Aus dem chemischen Laboratorium des physiologischen Instituts,
und der Kgl. chirurgischen Universitätsklinik zu Breslau.

Beobachtungen an Hunden mit anus praeternaturalis.

Inaugural-Dissertation

welche

nebst beigefügten Thesen

mit Genehmigung der

Hohen medizinischen Fakultät der Kgl. Universität Breslau

zur Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin und Chirurgie

am

Mittwoch, den 11. Oktober, nachmittag $3^1/_2$ Uhr

in der

Aula Leopoldina der Universität

öffentlich verteidigen wird

Georg Maetzke,
prakt. Arzt.

ACAD. LIBRARY BERL.

Opponenten:

Herr **Dr. med. Fritz Blumensath,** Spezialarzt für Untersuchung und Behandlung mit Röntgenstrahlen.

Herr **Dr. med. Fritz Reche,** Spezialarzt für innere Krankheiten.

Breslau 1905.
Druck der Breslauer Genossenschafts-Buchdruckerei, E. G. m. b. H.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Breslau.

Referent: Professor Dr. Röhmann.

Korreferent: Professor Dr. Hürthle.

Ponfick, Dekan.

Meiner Mutter.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543101_0146

Einleitung.

Über den Chemismus der Darmverdauung sind wir im großen ganzen in befriedigender Weise unterrichtet. Wir kennen die Fermente, welche die Umwandlung der Nahrungsstoffe in die für die Resorption und für die weitere Verarbeitung im Organismus geeigneten Produkte bewirken, die Art und die Bedingungen ihrer Wirkung, wie ihrer Absonderung aus den drüsigen Organen.

In neuerer Zeit sind hier unsere Kenntnisse nach verschiedenen Richtungen hin, besonders durch die Arbeiten Pawlows, gefördert worden, der uns u. a. gelehrt hat, auf eine Abhängigkeit der Sekretion der Fermente von der Beschaffenheit der Nahrung zu achten. Doch sind auch hier noch eine Reihe von Fragen ungelöst. So erscheint es noch immer zweifelhaft, ob die Verdauung von Eiweiß im Darmkanal bis zur Bildung der kristallinischen Endprodukte (Leucin und Tyrosin) fortschreitet, oder ob unter normalen Verhältnissen nicht schon vorher das Eiweiß vollständig zur Resorption gelangt. Widerspruchsvoll sind ferner die Angaben über die im Dünndarm herrschende Reaktion, und unvollkommen sind auch unsere Kenntnisse über das weitere Schicksal, welches die in den Darm abgesonderten Fermente erfahren.

Über die Darmresorption haben wir unsere Erfahrungen gesammelt durch das Studium der Resorption von Nahrungsstoffen in abgebundenen Darmschlingen bei Vivisektionen, sowie an den nach Thiry oder Vella gemachten Fisteln. Man erhält auf diesem Wege naturgemäß nur Aufschluß über die Leistungsfähigkeit einzelner Darmstücke, aber nicht des Dünndarms in seiner Gesamtheit.

Über die Leistungen des Gesamtdarms einschließlich des Magens und des Dickdarms geben uns die zahlreich angestellten Stoffwechselversuche Aufschluß, bei denen die chemische Untersuchung des Kotes uns zeigt, wieviel von den in der Nahrung eingeführten Nahrungsstoffen aufgesaugt worden ist. Nicht aber können wir aus diesen Stoffwechselversuchen ersehen, welche Rolle die verschiedenen Darmabschnitte, der Magen, der Dünndarm, der Dickdarm, bei der Resorption spielen.

Unvollkommen sind auch unsere Kenntnisse von der motorischen Funktion des Dünndarms. Die Peristaltik ist nach verschiedenen Richtungen untersucht worden. Weniger dagegen sind wir unterrichtet über die Geschwindigkeit, mit welcher die verschiedenen Nahrungsstoffe den Dünndarm passieren.

Auch haben wir bisher keine genügende Vorstellung von der Menge und Beschaffenheit des Dünndarminhalts, der nach Aufnahme einer bestimmten Nahrung in den Dickdarm übertritt. Die viel zitierten Beobachtungen von Macfadyen, Nencki und Sieber an einer Patientin mit Anus praeternaturalis, sowie die von Honigmann und Schmidt bedürfen der Nachprüfung und Ergänzung. So wertvoll solche Beobachtungen am Menschen auch sind, so haben die Versuche an Menschen

doch mit ganz besonderen Schwierigkeiten zu kämpfen, vor allem ist man nicht imstande, die Bedingungen des Versuchs so einfach zu gestalten und so zu wechseln, wie es die jeweilige Fragestellung erfordert.

Zur Vervollständigung unserer Kenntnisse über die Funktion und Leistungen des Dünndarms schienen Untersuchungen an Hunden mit anus praternaturalis und zwar mit einer Fistel am untersten Ende des Ileums geeignet.

Meine im nachfolgenden niedergelegten Beobachtungen erstrecken sich im wesentlichen auf folgende Fragen:

I. Welche Zeit vergeht bei verschiedener Fütterung vom Beginn der Nahrungsaufnahme bis zum Beginn der Ausscheidung aus der Fistel, wie verläuft die Ausscheidung in den einzelnen Stunden, und wann erreicht sie ihr Ende?

II. Wie ist der Fistelkot in physikalischer und chemischer Hinsicht beschaffen, wie ist speziell seine Reaktion unter den verschiedenen Verhältnissen der Ernährung?

III. Welche Rolle spielt der Dünndarm als Resorptionsorgan und in welchem Maße wird speziell Eiweiß im Dünndarm resorbiert?

1. Anlegung eines anus praeternaturalis bei Hunden.

Die Hunde, welche von Herrn Dr. B. Heile unter meiner Assistenz operiert wurden, vertrugen die Anlegung eines anus praeternaturalis im allgemeinen nicht gut; aber trotzdem standen mir bald für meine Untersuchungen 2 Hündinnen zur Verfügung, eine große kräftige Jagdhündin (I) im Gewicht von 25 kg und eine mittelgroße Schäferhündin (II), die ein Gewicht von 11 kg hatte. Bei der Ausführung der Operation verzichteten wir auf die einfache Methode, den Darm in seiner Kontinuität vorzulagern und erst sekundär nach einigen Tagen zu eröffnen, weil es uns daran lag, die beiden Darmenden weiter entfernt voneinander in die Bauchwunde einzunähen, um beim Auffangen des Dünndarminhaltes nicht durch das zweite Darmende gestört zu werden.

Wir gingen in folgender Weise vor:

Nach Rasieren und gründlicher Desinfektion der Bauchhaut wurde in der Medianlinie in einem etwa 8 cm langen Schnitt die Bauchhaut durchtrennt, das Coecum aufgesucht und die Übergangstelle des Dünndarms in den Dickdarm vorgelagert. Dünn- und Dickdarm wurden unmittelbar an der Übergangsstelle getrennt, jeder für sich abgebunden, dann zwischen den Ligaturen durchschnitten und die Schleimhaut mit dem Pâquelin kauterisiert, um so jede Infektionsmöglichkeit auszuschließen. Das Mesocolon und Mesenterium wurde sehr vorsichtig etwa 3—4 cm weit abgelöst, ohne dabei

die am Darm entlangziehende Längsarterie zu verletzen. Es wurde sodann die Serosa der beiden Darmenden (Viscerales peritonaeum) zirkulär an das Peritonaeum parietale angenäht, derart, daß das Dünndarmende in den hinteren Wundwinkel, der Anfangsteil des Dickdarms in den vorderen Wundwinkel zu liegen kam, jedoch nicht direkt in den Wundwinkel hinein, sondern dieser wurde durch parietales Peritonaeum verschlossen, weil wir aus analogen Verhältnissen wissen, daß wir so den exaktesten Wundverschluß bekommen. Nach Verschluß des Peritonaeums durch Einzelnähte (Seide), wird die Bauchwand in 2 Etagen durch dickere Einzelseidennähte um die beiden aus ihr herausragenden Darmstümpfe herum geschlossen; sodann wird die äußere Hautnaht gesondert durch fortlaufende Seidennaht ausgeführt. Erst jetzt, zum Schluß, und nachdem wir die Hautwunde durch Isoformkollodium geschützt hatten, werden die beiden Darmstümpfe durch Entfernung der Ligaturen geöffnet.

Bei der Nachbehandlung war es wichtig, darauf zu achten, daß der Hund sich nicht selbst den Darm mit den Zähnen aus der Wunde herausziehen konnte. Wir verloren durch solches meterlanges Vorziehen und Herausreißen des Darmes ein Versuchstier und haben daraufhin in der Folge die ersten Tage hindurch bis zur Verklebung der Wunde den Tieren einen Maulkorb angelegt. Nach 3 Tagen aber etwa wird dieser am besten wieder entfernt, da der Hund dann durch sein Lecken die Wunde am schnellsten zur Heilung bringt.

Von besonderer Wichtigkeit bei der Operation ist sorgfältige Blutstillung, da sonst besonders kleine Tiere sich leicht verbluten. Im übrigen ist besondere Vorsicht zu verwenden bei der Ablösung des Mesenteriums

es muß weit genug abgelöst werden zur Vermeidung schädlichen Drucks oder Zugs, aber wie erwähnt, vor der Verletzung der Längsarterie, die für die Ernährung des Darmes so wichtig ist, muß man sich hüten.

Der Heilungsprozeß dauert etwa 8 Tage. In einem Falle sahen wir komplizierende Eiterung der Bauchwand auftreten, doch wurde diese gut überstanden, nachdem für genügenden Eiterabfluß und gute, reinliche Lagerung des Tieres gesorgt war. Lokal wurde die Wunde nur mehrmals täglich mit Wasser abgespült.

Ist der Hund dann wieder so weit hergestellt, daß mit reichlicherer Ernährung sich auch reichlichere Entleerung von Darminhalt aus der Fistel einstellt, so wird die Haut des Bauches, wie die Innenflächen der Oberschenkel schnell maceriert. Das sind Erfahrungen, wie sie auch Pawlow nach Anlegung von Pankreasfisteln berichtet. Er schreibt: „Was soll man dagegen tun? Es hilft vieles, so z. B. häufiges Abwaschen der macerierten Stellen und Bestreichen derselben mit mildernden Salben; — ... jedoch am besten verfährt man, wenn man das Tier außerhalb der Versuchszeit auf porösen Stoffen, etwa Sand, Sägespänen, Kalkschutt etc. lagert. Viele Tiere verfallen darauf, sich dann so auf den Bauch zu legen, daß der aus den Öffnungen hervorsickernde Saft sogleich von dem porösen Material aufgesogen wird: auf diese Weise wird dann die Benetzung und Macerierung der Haut am schnellsten und sichersten vermieden."

Ich lagerte nun demgemäß die Hunde auf Sägespäne und sorgte für besondere Pflege, Waschungen und häufiges, starkes Einfetten der Haut des Bauches und der Hinterbeine. Auf diese Weise gelang es, den großen Jagdhund (I), der durch die anfänglich starke

Macerierung der Haut sehr herabgekommen war und 3,5 kg an Gewicht abgenommen hatte, bald wieder in besseren Zustand zu bringen, und mit dem Tage, wo die wunde Haut wieder zu verheilen begann, sah ich seinen Appetit sich wieder heben, und im Verlauf der folgenden Woche erreichte der Hund wieder sein Körpergewicht, wie er es gleich nach der Operation gehabt hatte. Zu dieser raschen Erholung mag auch der Umstand beigetragen haben, daß ich aus später anzuführenden Gründen dem Hunde zunächst beständig eine kleine Menge erst kohlensauren, später zitronensauren Natriums zur Nahrung zusetzte. Natürlich geschah das später nicht bei der stets früh zu Versuchszwecken stattfindenden Fütterung, sondern nur bei der nach Beendigung des Versuches gegebenen Nahrung, so daß bis zum nächsten Versuch 18—20 Std. vergehen konnten.

Wenn ich nicht für einen Versuch in bestimmter Weise fütterte, erhielten die beiden Versuchshunde folgende Nahrung:

Hund I früh:	500 g	Fleisch,	50 g	Speck,	50 g	Zucker
mittags:	500 g	„	25 g	„	25 g	„
Hund II früh:	250 g	„	25 g	„	25 g	„
mittags:	250 g	„	25 g	„	25 g	„

Zur Gewinnung des Kotes der Dünndarmfistel wurde der Hund in ein Leder gestellt, welches runde Ausschnitte für die Beine und in der Mitte einen hinreichend breiten und langen Ausschnitt hatte, der der Fistelgegend entsprach. Durch entsprechend lange Riemen, die an den Rändern angenäht waren, wurde das Leder in die Höhe gezogen und an einem horizontalen Eisenstabe befestigt. Der Hund konnte den Kopf auf eine

mit einem weichen Tuch bedeckte Stütze legen. So standen die Hunde sehr bald stundenlang, ohne Zeichen von Müdigkeit oder Unbehagen von sich zu geben.

Den Darminhalt versuchte ich anfänglich durch ein in die Fistel geschobenes Gummirohr aufzufangen; mußte dies aber bald aufgeben, denn einerseits verstopfte der breiige Kot sehr bald den Schlauch, und andererseits macht man selbst bei größter Vorsicht kleine Verletzungen in die Darmschleimhaut, die zu aufsteigender Enteritis etc. führen können.

Ich verfuhr daher in der Folge so, daß ich vorher abgewogene Porzellan- oder Emailleschüsseln mittels Bändern dem Hunde über den Rücken unter den Leib hing, so daß der Darminhalt direkt in die Schüssel fiel, die dann beliebig oft nach 1, 2 oder mehr Stunden gewechselt werden konnte. Ein Verlust von Darminhalt findet so niemals statt.

2. Die Art der Ausscheidung des Kotes aus der Dünndarmfistel.

Sehr bald, spätestens aber 25 Minuten nach der Nahrungsaufnahme werden einige Tropfen einer bräunlichen, geruchlosen, auf Lakmus und auf Kurkuma alkalisch reagierenden Flüssigkeit aus der Fistel entleert. Es handelt sich hierbei anscheinend um eine geringe, reflektorisch angeregte Sekretion von Darmsaft.

Erst später, aber noch innerhalb der ersten Stunde erscheinen bei den verschiedenen Arten der Fütterung die ersten festeren Massen, die von der eingeführten Nahrung herrühren. Sie werden nicht kontinuierlich, sondern absatzweise entleert, und zwar werden mehr oder weniger große Klumpen von meist breiiger Kon-

sistenz ausgestoßen; ein Klumpen fällt aus der Fistel, dann folgt eine kurze Pause, dann wieder ein Klumpen u. s. f.

Die Ausscheidung ist normalerweise in der ersten Stunde gering. Sie steigt in der 2. und 3. Stunde bedeutend an, und nach 5 Stunden war sie in unseren Versuchen normalerweise vollständig beendet. Vom Ende einer Fütterungsperiode bis zum Beginn der nächsten fand keine Entleerung von festen oder flüssigen Massen aus der Fistel statt, obgleich die Bedingungen für eine solche sehr günstig waren. In dieser Zeit sammelten sich nicht wesentliche Mengen von irgend welchen Sekreten im Dünndarm an. Hiergegen spricht, daß nach der Nahrungsaufnahme zuerst ein wenig fast reiner Darmsaft entleert wurde, des weiteren die Beschaffenheit des in der Fistel erscheinenden Kotes, welcher bei verschiedener Art der Fütterung Verschiedenheiten zeigte, die teils durch die Menge, besonders aber auch durch die Beschaffenheit der Nahrung bedingt waren.

Betrachten wir zunächst die

Versuche mit Fleischfütterung:

Eine größere Menge von gutem Pferdefleisch wurde von Fett und Sehnen befreit, durch die Fleischmaschine geschickt und in Mengen von je 250 g in Glas- oder Tongefäßen, die mit Pergamentpapier überbunden waren, im strömenden Dampfe sterilisiert. Der große Hund I erhielt immer nur 500 g der fast halb so große II erhielt 250 g, ausnahmsweise 500 g. Die Darreichung der letzteren Menge stellte bei ihm bereits eine Überfütterung dar.

Die Ausscheidung von Darminhalt aus der Fistel begann bei beiden Hunden $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden nach der

Mahlzeit. Etwa 10 Minuten nach der Fütterung werden einige wenige Tropfen alkalischen Darmsaftes entleert. Gerechnet vom Beginn der Kotausscheidung an, beendet Hund I die Kotausscheidung nach $3^1/_2$—4 Stunden, Hund II nach 4—5 Stunden. Bekommt Hund II 500 g, so schiebt dies die Ausscheidung von Kot bis in die 6. Stunde hinein. Was die Kotmengen anbelangt, so waren in den verschiedenen Stunden, vom Beginn der Fütterung an gerechnet, folgende Gewichtsmengen ausgeschieden worden:[1])

Stunde nach Beginn d. Fütterung.	1	2	3	4	5	6	
Hund I (500 g Fl.)	5	30	55	75	103		g Kot
Zunahme in 1 Std.	25	25	20	28			g „
Hund II (250 g Fl.)	10	28	65	90	110		g „
Zunahme in 1 Std.	18	37	25	20			g „
Hund II (500 g Fl.)	20	65	110	160	210	250	g „
Zunahme in 1 Std.	45	45	40	50	40		g „

Die Menge Kot, welche bei Hund II nach Darreichung von 250 g Fleisch ausgestoßen wurde, ist schon etwas größer als die bei Hund I nach 500 g Fleisch. Die Verdoppelung der Fleischmengen bei Hund II bedingt ein sehr bedeutendes Anwachsen der Kotmengen.

Diesen Unterschieden entspricht, wie wir später sehen werden, die Resorption der stickstoffhaltigen Substanzen. Da aber das Gewicht des Kotes im wesentlichen durch seinen Wassergehalt bedingt ist, sind diese Zahlen auch der Ausdruck für die Unterschiede in der Wasserresorption. Bei dieser ist außer dem Wasser-

[1]) Die zu diesen wie zu allen weiteren Zahlenreihen ausgeführten graphischen Darstellungen in Kurven etc. finden sich in den Mitt. a. d. Grenzgebieten d. Medizin und Chirurgie Bd. 14 Heft 4 Nr. 23: Experimentelle Beobachtungenüber die Resorption in Dünn- und Dickdarm von Dr. B. Heile.

gehalt der Nahrung auch die direkte Wasseraufnahme zu berücksichtigen. Hund II entleerte z. B. nach Aufnahme von 500 g Fleisch am 5. VII. 04, einem sehr heißen Tage, wo er während der Versuchszeit sehr viel Wasser aus der vor ihm stehenden Schüssel soff, 268 g Kot, während er am 8. VII. 04, einem kühleren Tage, wo er gar nicht soff, genau 100 g weniger, 168 g entleerte. Die Dauer der Kotausscheidung war aber beide Male gleich, nämlich 5 Stunden.

Mit Kohlehydraten wurden folgende Versuche angestellt.

1. Hund I erhielt am 12. VII. 04 50 g Rohrzucker in 250 ccm Wasser gelöst. Nach 30 Minuten begann eine langsame, tropfenweise Ausscheidung alkalisch reagierenden, braunen, flüssigen Darminhalts, die 2 Stunden 5 Minuten nach Beginn der Fütterung völlig aufhörte; an Menge waren im ganzen 26 g entleert worden.

2. Als derselbe Hund mit dem Magenschlauche die doppelte Menge, nämlich 100 g Rohrzucker erhielt, wobei ihm zur Vorsicht nach Entfernung der Schlundsonde die Schnauze zugebunden wurde, um ein Erbrechen zu verhindern, begann der Ausfluß schon nach 10 Minuten. In den ersten 2 Stunden wurden 53 g entleert, in den nächsten 2 Stunden 293 g.

Es hatte sich also unter dem Einfluß der sehr großen Zuckermenge eine äußerst starke Darmsekretion eingestellt.

3. Hund II erhielt am 21. VII. 04 75 g Rohrzucker in 225 ccm Wasser. Die Ausscheidung begann nach 30 Minuten und war nach 3 Stunden beendet. Ausgeschieden wurden in der ersten Stunde 8 g, in der 2. Stunde 4 g, in der 3. 21, also im ganzen 33 g.

4. Derselbe Hund II erhielt am 18. VII. 04 100 g Reis, dem zu besserer Aufnahme einige Brocken Fleisch beigegeben waren. Ausgeschieden wurden daraufhin im ganzen 195 g, und zwar nach 2 Stunden 126 g, nach weiteren 2 Stunden 42 g und in der letzten Stunde 27 g. Die Ausscheidung begann hier 20 Minuten nach der Nahrungsaufnahme.

Nach Fütterung von Kohlehydraten begann also die Abscheidung von flüssigen Massen aus dem Dünndarm

schon früher als bei Fleischfütterung, zum Teil wohl allerdings nur darum, weil durch die Einführung der konzentrierten Zuckerlösungen und der recht reichlichen Stärkemengen reflektorisch eine stärkere Sekretion im Dünndarm angeregt wurde. Bei Mengen von Kohlehydraten, die sich innerhalb normaler Grenzen hielten, hörte die Ausscheidung aus der Fistel auch bereits eher auf, als bei Fleischfütterung.

Mit Milchzufuhr wurde nur bei Hund II ein Versuch angestellt.

Der Hund bekommt 350 g Milch. Nach 45 Minuten erscheinen einige feste, gelbe Kotballen und nach weiteren $^3/_4$ Stunden, also schon $1^1/_2$ Stunden nach der Fütterung, hört die Ausscheidung auf; es waren nur 15 g Darminhalt entleert worden. Der Hund war völlig satt und nahm jetzt freiwillig weiter keine Milch. So führte ich ihm denn mit der Schlundsonde noch 350 g ein und hatte damit den Erfolg, sehr schnell die Ausscheidung wieder beginnen zu sehen. Es wurden aber jetzt dünnflüssige, gelbliche Massen entleert, im ganzen 226 g. Der Darm war also nicht imstande, so große Mengen Milch zu bewältigen.

Wenn unsere Ansicht richtig ist, daß schon die ersten Massen, welche nach einer Fütterung aus der Fistel austreten, von dieser Fütterung herrühren, so muß die Zeit, welche von der Nahrungsaufnahme bis zur Abscheidung von Kot aus der Fistel verstreicht, auffallend kurz erscheinen im Hinblick auf die älteren Angaben[1]), die über den Austritt der Speisen aus dem Magen gemacht werden. „Nach Richet entweichen ohne Zweifel die weicheren und mehr flüssigen Teile des Mageninhaltes ganz allmählich in das Duodenum, die also entweichende Masse ist aber unbedeutend. Der

[1]) Zitiert nach A. Gamgee, Die physiolog. Chemie d. Verdauung, Leipzig und Wien 1897, S. 175.

Mageninhalt bleibt während der durchschnittlichen Verdauungsperiode von 3 Stunden im wesentlichen unvermindert, und erst nach dieser Zeit entleert sich sehr rasch der ganze Inhalt in den Darm. Nach Kühne ist bei dem Hunde der Vorgang sehr ähnlich. Nur daß die durchschnittliche Dauer der Magenverdauung 5 und nicht 3 Stunden währt. Während dieser 5 Stunden treibt der Magen in Zwischenräumen von etwa 10 Minuten kleine Mengen seines Inhalts durch den Pylorus. Die Hauptmasse bleibt jedoch zurück, bis sie nahezu auf einmal ausgestoßen wird, wenn der Verdauungsvorgang abgelaufen ist.“ Meine Versuche stehen mehr im Einklang mit den Beobachtungen, welche Hirsch an Hunden mit hoher Duodenalfistel machte. Nach ihnen entleert sich der Magen sukzessive in bald etwas größeren, bald etwas kürzeren Intervallen (von $^1/_4$ Minute bis zu mehreren). Die Entleerung beginnt je nach der Art der aufgenommenen Nahrung, bald kürzere, bald längere Zeit nach der Nahrungsaufnahme. Nach Aufnahme von Wasser öffnet sich der Pylorus alsbald, um das Wasser schußweise in kleinen Portionen austreten zu lassen. Bei Aufnahme von Fleisch mit etwas Fett beginnt nach Hirsch die Entleerung nach 10 Minuten, bei Aufnahme von Milch oder Brot nach 20 Minuten, nach Fütterung gleicher Mengen Amylum und flüssiger Butter nach 30 Minuten; die jedesmal entleerten Massen betragen nur wenige Kubikzentimeter. Ähnlich sind auch die Beobachtungen von v. Mering und Moritz. Hirsch warnt davor, sie auch auf die natürlichen Verhältnisse zu übertragen. Er sowohl wie v. Mering und Moritz hatten gefunden, daß durch den Reiz, welchen die Nahrung auf das Duodenum ausübt, die Entleerung des Magens reflektorisch verzögert wird. Da jener Reiz bei den

Hunden mit Duodenalfistel fehle, könne die Entleerung des Magens bei ihnen vielleicht schneller erfolgen, als beim nicht operierten Tier. Diese Bedenken erscheinen mir jedoch nicht berechtigt. In den Versuchen von W. Busch an einer Frau, wo die Fistel eine kleine Strecke unterhalb des Duodenums, also erheblich tiefer als in jenen Versuchen am Hunde lag, erschienen Fleisch 22—30, Eier 20—35, Kartoffeln 15, Mohrrüben 12 Minuten nach der Aufnahme in der Fistel; die Entleerung war also nicht wesentlich verzögert.

Auch meine Beobachtungen sprechen für einen schnellen Beginn der Magenentleerung. Wenn die Ausscheidung von Kot am untersten Ende des Ileum z. B. nach Genuß von gehacktem Fleisch schon nach $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden beginnt, so kann man das nicht anders erklären, als daß unmittelbar nach der Aufnahme des Fleisches in den Magen auch die Ausstoßung durch den Pylorus begann. Gegen die Ansicht von Richet und Kühne spricht ferner die Tatsache, daß auch die Ausscheidung aus dem Dünndarm absatzweise und gleichmäßig während der ganzen Verdauungsperiode stattfindet. Dies beobachtete nicht nur ich beim Hunde, sondern auch Honigmann an seiner Patientin mit Fistel im unteren Teil des Ileums. Macfadyens, Nenckis und Siebers Angabe, daß der Abfluß stetig erfolge, ist entweder nicht ganz wörtlich zu nehmen, oder erklärt sich vielleicht dadurch, daß der Patientin eine verhältnismäßig große und eine zu wasserreiche Nahrung zugeführt wurde.

Die Abhängigkeit der Ausscheidung des Kotes aus der Dünndarmfistel von der Entleerung des Magens zeigt sich auch darin, daß dieselben Umstände, welche nach den Beobachtungen an Duodenalfisteln den Austritt des Speisebreies aus dem Magen beeinflussen, auch

bewirken, daß der Kot früher oder später in der Ileumfistel erscheint. Flüssige und breiige Massen verlassen den Magen schneller als feste. In meinen Versuchen begann die Ausscheidung des Kotes aus der Ileumfistel nach der Eingabe von Zuckerlösung oder gekochtem Reis früher als nach Fleisch. Daß die Zeit, innerhalb der der Kot in der Fistel erscheint, von der Beschaffenheit und besonders vom Wassergehalt der Ingesta abhängt, vermutet auch Honigmann.

Auch die Dauer, während der die Abscheidung von Kot aus der Dünndarmfistel erfolgt, entspricht annähernd der Zeit, die für die Entleerung des Magens erforderlich ist. Man kann annehmen, daß bei unserem Hunde nach Fleischfütterung die letzten Nahrungsreste den Magen nach 3—4—5 Stunden verlassen hatten. Die Abscheidung von Kot dauerte 4—5—6 Stunden, sie dauerte länger nach Darreichung einer größeren Portion, als nach einer kleineren.

Enthält die Nahrung schwer- oder unverdauliche Bestandteile, so wird die Entleerung des Magens verzögert, ebenso die Abscheidung von Kot aus der Fistel.

Versuch (7. VII.) Hund II bekam mit seiner gewöhnlichen Fleischration 2 Caps. gelat. opercul., die ich mit Korkstückchen gefüllt hatte; da ich sie gut in Fleisch verborgen hatte, schluckte er sie anstandslos mit herunter.

Der erste Kot erschien 1 Stunde 35 Minuten nach der Nahrungsaufnahme in der Fistel, und zwar wurden um diese Zeit in kurz aufeinander folgenden Absätzen 23 g Darminhalt entleert, in dem die Korkstückchen jedoch nicht enthalten waren. In der nächsten Stunde sistierte die Kotausscheidung fast gänzlich, nur 4 g wurden ausgestoßen, aber in der 4. Stunde nach der Nahrungsaufnahme kam die Ausscheidung wieder in Gang, und am Beginn der 5. Stunde wurden die Korkstückchen ausgeschieden; die weitere Entleerung von Darminhalt dauerte bis gegen Ende der 6. Stunde, im ganzen wurden entleert 126 g.

Die ausgeschiedene Kotmenge war also etwa dieselbe wie an anderen Tagen, nur der Ausscheidungsmodus hatte eine Änderung erfahren. Mehrere Kontrollversuche, wie sie von mir und auch an anderen Fistelhunden von Dr. Heile angestellt wurden, ergaben dasselbe Resultat.

Alle unsere Beobachtungen an der Dünndarmfistel stimmen also viel besser zu den Anschauungen, die man sich auf Grund der Beobachtungen von Hirsch, von Mering und Moritz machen kann, als zu den Vorstellungen der älteren Forscher.

In bezug auf die Zeit, welche die Speisen im Dünndarm verweilen, führen sie zu folgendem Schluß:

Nimmt man an, wie wir es tun, daß die nach einer Fütterung in der Ileumfistel unserer Hunde zuerst erscheinenden Kotmassen von der zu Beginn des Versuchs erfolgten Fütterung herrühren, so würde die Nahrung bei einem 12—25 kg schweren Hunde weniger als 1 Stunde gebrauchen, um den Magen und Dünndarm bis zur Bauhinschen Klappe zu durchmessen. Da nun der Austritt von Fleisch aus dem Pförtner schon 10 Minuten nach der Nahrungsaufnahme beginnt, so erforderte der Durchtritt der Nahrung durch den Dünndarm unserer Hunde etwa $^3/_4$ Stunden. Für den um so viel längeren Dünndarm des Menschen berechnete schon W. Braune $2\,^1/_2$ Stunde. Hierzu stimmt auch die Beobachtung von Schmidt, nach welcher in Oblaten dargereichtes Carmin nach 3 Stunden in dem Kote seiner Patientin mit anus praeternaturalis am untersten Ende des Ileums erschien.

Das Bedenken, welches von Honigmann gegen die an diesen Dünndarmfisteln gemachten Beobachtungen erhoben wurde, nämlich, daß die motorische Funktion

des Dünndarms durch den Fortfall einer Wirkung des gefüllten Dickdarms — sei sie nun reflektorischer oder mechanischer Art — beeinflußt sei, halte ich mit Rücksicht auf die Ergebnisse der Resorptionsprüfung nicht für berechtigt, verkenne aber nicht, daß es noch durch weitere Versuche auf seine Berechtigung geprüft werden muß.

Mit einer ziemlich großen Wahrscheinlichkeit aber scheinen für den Durchtritt des Chymus durch den Dünndarm folgende Sätze zu gelten:

1. Von dem Zeitpunkte, an welchem die Nahrung aus dem Magen austritt, vergehen beim Menschen etwa 3 Stunden, beim Hunde von 12—25 kg Gewicht $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden, bis an der Ileocaecalklappe die entsprechenden „Verdauungsreste", d. h. die unverdauten Teile der Nahrung und die zugehörigen Reste der Darmsekrete erscheinen.

2. Ebenso wie der Austritt der Speisen aus dem Magen, so erfolgt auch der Austritt des Inhalts aus dem Dünndarm absatzweise und innerhalb eines Zeitraumes, welcher etwa der Zeit der Entleerung des Magens entspricht. Er hängt deshalb ebenso wie dieser von Menge und Beschaffenheit der Nahrung ab.

Es sei nun noch auf einige Punkte hingewiesen, die mir für die Beurteilung von Darmerkrankungen nicht ohne Interesse zu sein scheinen.

Schon oben wurden die Folgen der Überfütterung erwähnt. Auf Einführung übermäßiger Mengen von Rohrzucker reagierte der Darm mit einer profusen wässrigen Sekretion. Es entspricht dies den

Beobachtungen, welche Hédon an abgebundenen Darmschlingen machte. Auch bei einer zwangsweisen Überfütterung mit Milch wurden abnorme Flüssigkeitsmengen entleert, die zum Teil wohl auf mangelhafter Resorption, zum Teil auf einer Sekretion von Darmsaft beruhten. Jedenfalls läßt sich eine Hypersekretion von Darmsaft, ein „Katarrh“ im eigentlichen Sinne des Wortes, schon durch Einführung größerer Mengen von Stoffen — sogar Nahrungsstoffen — erzeugen, die in kleineren Mengen für den Darm unschädlich sind.

Außerordentlich schnell trat ferner eine Hypersekretion von Darmsaft auf nach dem Genuß von fauligem Fleisch.

Am 14. Juli 1904 wurden dem Hunde II 750 g Fleisch vorvorgesetzt, welches wie gewöhlich nach dem Kochen im Dampftopf in einem mit Pergament überbundenen Topf aufbewahrt worden war. Der Hund fraß jedoch nur 360 g. Kaum hatte er 5 Minuten nach der Fütterung in seinem Gestell gestanden, als sich aus der Fistel große Mengen einer sehr übel riechenden, dicklichen, gelbgrünen Flüssigkeit von alkalischer Reaktion entleerten, in der sich einige Schleimhautfetzen, sowie etliche kleine Kroupmembranen befanden. In knapp $^1/_2$ Stunde wurden so 136 g entleert. Mit einem Male hörte diese dünnflüssige Entleerung auf und während weiterer 4 Stunden ging die Absonderung normal beschaffenen Kotes gewohnterweise ruhig weiter. Erst nachträglich wurde festgestellt, daß der Hund etwas fauliges Fleisch gefressen hatte; die Büchse, in der das Fleisch war, war nicht hinreichend verschlossen, und so war die oberste Schicht Fleisch verdorben.

Es zeigt dies, daß der Magen keinen unbedingten Schutz gegen den Übertritt von Fäulnisprodukten in den Darm gewährt und daß es auch nicht richtig ist, wenn S. Carvallo und V. Pachon aus ihren Versuchen ganz allgemein schließen, daß Hunde gefaultes Fleisch ganz gut vertragen. Das Fleisch, welches sie fütterten,

war zwar gefault, aber anscheinend waren infolge des Zutritts genügender Mengen von Luft die giftigen Fäulnisprodukte durch Oxydation zerstört worden, oder es war überhaupt nicht zur Bildung von Toxinen gekommen.

Einen Beitrag zu dem noch vielfach dunkeln Kapitel der Enteritis membranacea (Colica mucosa) liefert die folgende Beobachtung:

Am 21. Juni nachmittags zeigte Hund II Appetitmangel und hatte leichten Darmkatarrh, am 22. Juni nahm er von der gebotenen Nahrung kaum den dritten Teil. $1^1/_2$ Stunden nach dieser Fütterung entleerte er reichliche Brocken unverdauten Fleisches und viel hellgelben Darmsaft und zwischendurch lange, weiße röhrenförmige Gebilde in Stücken von 5—40 cm Länge. Diese glatten Gebilde erwiesen sich als röhrenförmige Ausgüsse des Darminneren, bestanden anscheinend aus Fibrin und waren als echte Kroupmembranen anzusehen. Blut wurde nicht mit entleert. Die abgesonderte Flüssigkeit, wie die Membranen selbst reagierten stark alkalisch. Ich brachte die Membranen, die aneinandergefügt, wohl etwa eine Länge von 120—150 cm ergeben hätten, in Wasser, ließ sie eine Stunde darin und prüfte dann das Wasser auf Reaktion und Fermentwirkung. Die Reaktion war alkalisch und die Fermentprüfung ergab das Vorhandensein eines diastatischen Fermentes, sowie eines invertierenden Fermentes; eiweißverdauendes Ferment konnte nicht nachgewiesen werden. Ich nahm sodann eine histologische Untersuchung der eigenartigen Gebilde vor und fand nach Härtung und Einbettung nach der Lubarsch'schen Schnellmethode und nach Färbung mit Ehrlichs Haematoxylin, daß es sich um entzündlich veränderte, abgestoßene Schleimhautelemente mit zweischichtiger, enormer Fibrinauflagerung handelte.

Bemerkenswert ist noch, daß der Hund außer Appetitlosigkeit während der nächsten 24 Stunden keine Zeichen gestörten Allgemeinbefindens bot und bereits nach 2 Tagen wieder völlig hergestellt war.

Es handelte sich also um einen akuten Prozeß im Dünndarm, der in sehr kurzer Zeit zur Bildung von Pseudomembranen führte.

3. Farbe, Geruch und Konsistenz des Dünndarminhalts.

Bei gemischter Kost ist der Dünndarmkot des Hundes, ebenso wie der des Menschen breiig „von eigentümlich lockerem Gefüge“, wie A. Schmidt das treffend ausdrückt. Nicht ist er dünnflüssig oder gar diarrhöisch, wie in dem Falle von Macfadyen, Nencki und Sieber. Seine Farbe ist dunkelbraun und sein Geruch fade und nicht unangenehm, niemals fäkulent.

Der Kot nach reiner Fleischkost ist in der Farbe ebenso, doch von etwas festerer Konsistenz und wird erst nach Überernährung breiig.

Nach Einführung von Rohrzucker war der Darminhalt bierbraun, dünnflüssig und enthielt nur geringe Mengen fester Bröckel.

Der Kot nach Reisfütterung enthielt in reichlicherer Menge feste Bröckel, unterschied sich aber sonst wenig von dem eben erwähnten.

Der Milchkot war fest, bröckelig — Honigmann vergleicht ihn in seinem Falle mit Rührei — und hellorangegelb. Überfütterung mit Milch läßt ihn dünnflüssig werden, die Farbe ist trübe-orangegelb, und nach kurzem Stehenlassen im Becherglas sieht man, daß sich ein dichter, flockiger Niederschlag abscheidet, während die darüber stehende Flüssigkeit ganz klar orangegelb erscheint und sehr starke Gallenfarbstoffreaktion gibt. Der Geruch ist herber als in den vorerwähnten Fällen, säuerlich jedoch — wie saurer Käse, sagt Schmidt — konnte ich ihn nicht finden. Mikroskopisch bietet dieser Kot das charakteristische Bild der Fettemulsion.

Im mikroskopischen Bild des Darminhaltes bei gemischter Kost findet man hin und wieder einmal eine nicht völlig verdaute Muskelfaser, ferner vereinzelte

leere Sarkolemmhüllen, körnigen Detritus und zahlreiche spitze Kristalle.

Bei reichlicher Zufuhr von Reis findet man nicht wenig nur teilweise ausgelaugte Stärkekörner, wohl auch hin und wieder ganz unverdaute.

Eiweißkörper und Albumosen ließen sich im Darminhalt immer nur in ganz geringen Spuren nachweisen.

Reduzierender Zucker fand sich nur bei Überfütterung mit Kohlehydraten; auf die seit nun fast 50 Jahren strittige Frage nach dem Vorhandensein von Leucin und Tyrosin, den von Frerichs und Staedeler zuerst beschriebenen Endprodukten der Eiweißspaltung, werde ich erst weiter unten eingehen.

4. Die Reaktion des Fistelkotes.

Die Reaktion des Darminhaltes hängt ab von der Reaktion der sich in den Darm ergießenden Sekrete, der Reaktion der Nahrung und der aus ihr entstehenden Verdauungsprodukte. Dies ist auch bei der Beurteilung der Reaktion des Fistelkotes zu berücksichtigen.

Die Darmsekrete reagieren sämtlich für starke Indikatoren, wie Lakmoid und Methylorange alkalisch, weil sie Salze schwacher Säuren enthalten, und zwar die Galle gallensaure Alkalien, das Sekret des Pankreas und des Darmsaftes kohlensaure bezw. saure kohlensaure Alkalien.

Wie diese Sekrete bei ihrem Austritte aus der Drüse gegen schwache Indikatoren, Phenolphtalein, Kurkuma u. a. reagieren, wird davon abhängen, wieweit sie unter dem Einfluß der Kohlensäurespannung der Gewebe mit Kohlensäure gesättigt sind.

Enthielte die Galle nur gallensaure Salze, so müßte sie für Phenolphtalein neutral reagieren. Enthielte sie neben diesen noch eine gewisse, auch nur sehr kleine Menge freier Kohlensäure, so müßte sie für Phenolphtalein sauer reagieren.

Pankreas und Darmsaft enthalten ähnlich wie auch der Speichel Alkalikarbonate. Der Darmsaft entspricht in seiner Alkaleszenz für starke Indikatoren einer Lösung von 0,42—0,54 % $Na_2 CO_3$.

Die Lösungen von Soda oder Pottasche, $Na_2 CO_3$ bezw. $K_2 CO_3$, reagieren für Phenolphtalein und Kurkuma alkalisch, die Bikarbonate annähernd neutral; enthalten sie eine kleine Menge Kohlensäure im Überschuß, so reagieren sie für diese Indikatoren sauer.

Vom Speichel hat F. Röhmann angegeben, daß er für Phenolphtalein und Kurkuma sauer, für Lakmoid, Methylorange etc. alkalisch reagiert. Dieselbe Reaktion hat nach Courant die Milch, nach Friedenthal das Blutserum. Es ist dieselbe Reaktion, die nach Röhmann auch das Muskelgewebe hat. Nach dieser Analogie könnte man erwarten, daß auch der Darmsaft für schwache Indikatoren sauer reagiert. Dies ist aber wenigstens im unteren Teile des Dünndarms nicht der Fall. Er reagiert, wenn er in etwas reichlicherer Menge abgesondert wird, auf Kurkumapapier alkalisch. Es scheint also, als ob die Kohlensäurespannung der Darmschleimhaut nicht ausreicht, um alles Karbonat in Bikarbonat überzuführen.

Wie wird sich nun im Innern des Darmkanals die Reaktion unter dem Einfluß der Nahrungsstoffe gestalten?

Sind die Stoffe, die sich im Darmkanal befinden, neutral, z. B. eine Lösung von Chlornatrium oder Rohrzucker, Traubenzucker etc., so wird die Reaktion des Darminhalts der des Darmsaftes entsprechen, d. h. für

Phenolphtalein nur schwach sauer oder neutral, vielleicht auch schwach alkalisch, für Lakmoid stark alkalisch sein. Der Grad der Alkaleszenz für Lakmoid hängt ab von der Konzentration und der Beschaffenheit der im Darm befindlichen Lösung.

Bringt man in den Darm eine stark verdünnte Mineralsäure, z. B. eine 0,1 bis 0,2 % Salz- oder Schwefelsäure, so wird diese nach Leubuscher neutralisiert und nach der Neutralisation resorbiert. So lange noch eine Spur Salz- oder Schwefelsäure vorhanden ist, reagiert die Flüssigkeit für alle Indikatoren sauer, sie färbt selbst blaues Lakmoidpapier rot. Erst wenn alle Säure neutralisiert und eine kleine Menge Darmsaft im Überschuß vorhanden ist, wird der Darminhalt rotes Lakmoid wieder bläuen. Auf Phenolphtalein reagiert er auch dann durch die ausgetriebene Kohlensäure noch immer sauer.

Lösungen von organischen Säuren werden nach Leubuscher ebenfalls im Darm neutralisiert. Sie werden noch schneller als die verdünnten Mineralsäuren resorbiert. In den hier in Betracht kommenden Konzentrationen röten sie, da sie schwächer als die Mineralsäuren sind, blaues Lakmoidpapier nur schwach, für Phenolphtalein und Kurkuma reagieren sie in allen Konzentrationen. auch den schwächsten, sauer. Ihre Salze bläuen rotes Lakmoidpapier. Enthält der Darminhalt organische Säuren, so wird er für Phenolphtalein sauer reagieren und rotes Lakmoidpapier bläuen, da mindestens schon ein Teil der Säuren neutralisiert ist. Auch wenn ebensoviel Äquivalente kohlensauren Natriums sezerniert worden sind, als sich Säureäquivalente in dem Darm befanden, reagiert der Darminhalt für Phenolphtalein sauer, nämlich durch die Kohlensäure, welche von den stärkeren organischen Säuren in Freiheit gesetzt wurde.

Für die Verhältnisse der natürlichen Ernährung ergibt sich hieraus folgendes:

Für einen starken Indikator, wie Lakmoid, kann der Darminhalt nur im obersten Teile des Dünndarms sauer reagieren, nämlich nur dann, wenn die Salzsäure des Magens noch nicht vollkommen neutralisiert ist. Bisher ist eine derartige Reaktion noch nicht nachgewiesen worden. Man kann annehmen, daß unter normalen Verhältnissen die Säure in dem Maße, als der Chymus in den Darm übertritt, sofort neutralisiert wird. Nur wenn im Magen eine Hypersekretion von Salzsäure stattfindet, oder im Darm infolge einer Schädigung der Schleimhautfunktion zu wenig Alkali abgesondert wird, kann der Darminhalt im oberen Teil des Dünndarms für Lakmoid sauer reagieren. Ja, ich beobachtete sogar einmal bei meinem Hund, daß der aus der Fistel abfließende Kot blaues Lakmoidpapier rötete. Es war dies am 11. VII. 04, wo der Hund sich einen heftigen Magen-Darmkatarrh zugezogen hatte (s. u. S. 48).

Im übrigen muß der Darminhalt für starke Indikatoren stets alkalisch reagieren; so fanden ihn auch Matthes und Marquardsen: „Untersucht man den Darminhalt zu beliebiger Zeit, beispielsweise 4 Stunden nach der Nahrungsaufnahme, gleichgültig bei welcher Kost, so findet man ganz übereinstimmend, daß derselbe auf Cochenille und Methylorange sowie auf rotes Lakmoid stets und zwar stark alkalisch reagiert.“ So reagierte auch der Fistelkot bei Dünndarmfisteln nach den Beobachtungen von Matthes und Marquardsen, ebenso bei den von mir untersuchten Fisteln an Menschen und Hunden. Für schwache Indikatoren — Phenolphtalein, Rosolsäure, Kurkuma — reagiert nach Matthes und Marquardsen der Darminhalt sauer; letzteres bestätigen auch die An-

gaben von J. Munk. Ich fand, daß nach Fleischfütterung der aus der Fistel meines Hundes gewonnene Kot Kurkumapapier stark bräunte.

Die Stärke der sauren Reaktion für schwache Indikatoren und der alkalischen für starke wechselt mit der Zusammensetzung der Nahrung.

Dies gibt sich schon zu erkennen bei der Prüfung mit einem mittelstarken Indikator, wie es Lakmuspapier ist. Prüft man mit blauem Lakmuspapier, so wird dies bei irgendwie stärkerer Acidität gerötet, nimmt die Menge der Salze von schwachen Säuren, d. h. die Menge der durch Hydrolyse entstandenen OH—ionen zu, so wird rotes Lakmuspapier gebläut.

Damit stimmt es, daß die Reaktion des Fistelkotes beim Menschen, der mit gemischter Nahrung ernährt wird, von W. Braune, Macfadyen, Nencki und Sieber, Honigmann und Schmidt übereinstimmend als sauer oder schwach sauer bezeichnet wird. Hier entstanden im Kote Säuren durch Zersetzung der Kohlehydrate. Ewald fand ihn zuweilen neutral, zu keiner Zeit alkalisch.

Beim Hunde fanden Matthes und Marquardsen den Inhalt der oberen Dünndarmportionen für Lakmus schwach sauer, den der unteren stets alkalisch, nur bei reiner Fleischfütterung fanden sie bemerkenswerterweise gelegentlich schon unmittelbar hinter dem Pylorus alkalische Reaktion.

Nach J. Munk reagiert der Darminhalt bei Fütterung mit Fleisch und Fett stärker sauer als bei Fütterung mit Fleisch allein.

Untersuchen wir weiter, wie die einzelnen Bestandteile der Nahrung sich am Zustandekommen der Reaktion beteiligen können. Die Fette und Kohlehydrate reagieren für alle Indikatoren neutral, aber sie unterliegen einer

Zersetzung im Darm, bei welcher organische Säuren entstehen, und diese Säuren werden vom Pankreas- und besonders vom Darmsaft in Salze übergeführt. Das Fett wird durch das Steapsin des Pankreas gespalten. Die hierbei entstehenden höheren Fettsäuren gehen vor ihrer Resorption mindestens zum Teil in Seifen über. Bei sehr reichlicher Fütterung mit Fett oder herabgesetzter Resorption kann der Kot freie Fettsäuren und Seifen enthalten. Prüfen wir in diesen Fällen die Reaktion eines Alkohol- oder Ätherextraktes des Darminhaltes, unter Anwendung eines schwachen Indikators (Phenolphtalein), so finden wir ihn mehr oder weniger stark sauer. Eine wässerige Lösung, welche die wasserlöslichen Seifen enthält, reagiert infolge ihrer starken Hydrolyse für die starken Indikatoren alkalisch.

Aus den Kohlehydraten können im Dünndarm durch Spaltpilzgärung organische Säuren — Milchsäure, Buttersäure u. a. flüchtige Fettsäuren, auch Bernsteinsäure — entstehen. Doch ist es bisher nicht möglich sich eine Vorstellung von dem Umfange zu machen, in dem sie wirklich eintritt. Nach den Angaben von Macfadyen, Nencki und Sieber müßte sie im Darme des Menschen eine sehr beträchtliche sein. Der Wert ihrer Versuche aber wird sehr durch den Umstand beeinträchtigt, daß stets die während 24 Stunden gesammelten Kotmassen zur Verarbeitung gelangten und keine Sorge dafür getragen wurde, daß diese Massen nicht während dieser Zeit außerhalb des Darmes einer weitergehenden Gärung unterlagen.

Prüft man den Darminhalt eines reichlich mit Kohlehydraten gefütterten Tieres unmittelbar nach dem Tode, so findet man ihn (ebenso wie den Kot bei den betreffenden Darmfisteln des Menschen), für Lakmus

sauer, während die Darmschleimhaut einen roten Lakmusstreifen, den man gegen sie drückt, bläut; zuweilen zeigt der Darminhalt auch eine schaumige Beschaffenheit, die Kohlehydrate befinden sich in Gärung. Diese schaumige Beschaffenheit kann bedingt sein durch Gase, welche bei der Gärung selbst entstanden sind — Kohlensäure und Wasserstoffgas sind Produkte der „Buttersäuregärung“ — oder sie kann von der Kohlensäure herrühren, welche beim Zusammentreffen der bei der Gärung entstehenden Milchsäure usw. mit dem Darmsekret frei wird. Freie Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure, wie sie Macfadyen in dem Kote der Fistel fand, werden im Dünndarminhalt während des Lebens nie in nennenswerter Menge vorhanden sein, denn bei normaler Darmsekretion werden sie immer in dem Maße, als sie entstehen, auch neutralisiert werden. Hierfür sprechen die oben erwähnten Versuche von Leubuscher. Dies ist bei der Beurteilung der Reaktion des Darminhalts nach dem Tode sehr zu beachten. Die Salze, die sich bei der Neutralisation der durch Gärung entstandenen Säuren durch den Darmsaft bilden, reagieren für starke Indikatoren alkalisch. Sie werden im Darmkanal des Lebenden bald nach ihrer Bildung resorbiert.

Enthielte die Nahrung keine anderen Bestandteile als Fett und Kohlehydrate, so müßte hiernach der Darminhalt für schwache Indikatoren sauer, für starke alkalisch reagieren.

Auch der Einfluß, welchen Fütterung mit Fleisch auf die Reaktion des Darminhalts hat, läßt sich übersehen; das Fleisch reagiert nach den Beobachtungen von F. Röhmann für schwache Indikatoren sauer, für starke alkalisch; dieselbe Reaktion zeigen die Eiweißkörper selbst, sowie die Produkte, welche bei der Ver-

dauung durch Pepsinsalzsäure aus den Eiweißkörpern entstehen, wie zuerst von F. Röhmann und W. Spitzer beobachtet wurde. Gebunden an Salzsäure — um die alte Ausdrucksweise beizubehalten — gelangen die Produkte der Pepsinverdauung in das Duodenum. Die saure Reaktion, welche der Darminhalt nach der Fleischfütterung im obersten Teile des Duodenums bei der Prüfung mit blauem Lakmuspapier zeigen kann, braucht nicht notwendig auf der Anwesenheit von freier Salzsäure zu beruhen, auch die gebundene Salzsäure rötet blaues Lakmuspapier. Die Angabe von Munck, daß der Darminhalt des Hundes nach Fleischfütterung nur schwach sauer reagiert, oder gar die Angaben von Matthes und Marquardsen, daß sie bei reiner Fleischfütterung gelegentlich mit Lakmus schon unmittelbar hinter dem Pylorus alkalische Reaktion fanden, beweisen sogar, daß der Darminhalt bei ihren Beobachtungen keine freie Salzsäure enthielt. Für schwache Indikatoren müssen aber die Produkte, welche bei der Einwirkung von Pepsinsalzsäure auf Fleisch entstehen, stärker sauer reagieren, als das Fleisch selbst. Ob durch ihren Eintritt eine Darmsekretion im Duodenum angeregt wird, ist bisher noch nicht untersucht worden, ist auch nicht wahrscheinlich, da nach den Beobachtungen von Röhmann die Alkalisekretion im oberen Teile des Dünndarms gering ist. Statt des Darmsaftes dient zur Neutralisation die Galle und der Pankreassaft. Mit der Resorption der Verdauungsprodukte des Fleisches muß die Acidität für schwache Indikatoren im Dünndarm abnehmen, denn bei der Spaltung des Eiweiß durch Trypsin scheint sich nach gelegentlichen nicht publizierten Beobachtungen von F. Röhmann die Gesamtreaktion nicht zu ändern; aus dem im Fleisch enthaltenen Fett, Lecithin usw.

können sich nur geringe Mengen Säuren bilden. Sie werden vom Darmsaft neutralisiert, ja es scheint sogar im unteren Teil des Dünndarms mehr Alkali sezerniert zu werden, als zur Neutralisation der schwach sauren Produkte der Fleischverdauung erforderlich ist, sodaß der Kot, der sich in meinen Versuchen bei Fleischfütterung aus der Fistel entleerte, Kurkumapapier bräunte. Für starke Indikatoren reagiert der ganze Darminhalt auch während der Fleischverdauung alkalisch.

Die Kenntnis dieser Verhältnisse ist zunächst von Bedeutung für die Beurteilung der Fermentwirkungen im Darmkanal.

Mit Recht weisen Matthes und Marquardsen darauf hin, daß die Reaktion im Darm derjenigen entspricht, bei welcher die diastatischen und tryptischen Fermente nach den Versuchen von Schierbeck das Maximum ihrer Wirksamkeit entfalten. Besonders zu betonen ist dies mit Rücksicht auf das Trypsin, welches nach Schierbeck in einer für Phenolphtalein sauren Bikarbonatlösung besser wirkt, als in einer für Phenolphtalein alkalisch reagierenden Lösung von Karbonat, wie man früher annahm.

Weiterhin ist folgendes zu beachten: Wenn im Duodenum freie Salzsäure durch den Darmsaft neutralisiert wird, so bedingt dies einen Verlust des Organismus an Alkali, welcher nur dadurch ersetzt werden kann, daß Salze von organischen Säuren, die in der Nahrung enthalten sind, zu kohlensauren Salzen verbrannt werden. Bei der Ernährung eines Hundes mit Fleisch ist die Menge solcher Salze nur gering. Ein Alkaliverlust würde aber nicht eintreten, wenn die Salzsäure an Verdauungsprodukte gebunden resorbiert und in einer solchen

Bindung, z. B. als Salze von Amidosäuren, den Magendrüsen zu erneuter Abscheidung zugeführt würde.

Die Neutralisation derjenigen organischen Säuren, die im Darmkanal entstehen — der Fettsäuren bei der Spaltung der Fette durch das Steapsin, der Milchsäure, Buttersäure usw. bei der Gärung von Kohlehydraten — bedingt keinen Verlust des Organismus an Alkali. Denn diese Salze werden nach ihrer Resorption immer wieder zu kohlensauren Alkalien verbrannt.

Anders dagegen bei unserem Fistelhunde. Ihm kann mit den aus der Fistel abfließenden Massen eine gewisse Menge Alkali bezw. Alkali bildender Stoffe entzogen werden.

Als unsere Fistelhunde ohne erkennbaren Grund täglich elender wurden, da erinnerten wir uns, daß Pawlow ähnliche Beobachtungen an seinen Hunden mit Pankreas-Fisteln gemacht hatte, die er auf eine Alkalientziehung zurückführen konnte. Daß unsere Hunde Alkali verloren, hatte uns die Prüfung des Fistelkotes mit rotem Lakmoidpapier gezeigt. Durch Zuführung eines Alkalibildners — zitronensaures Natrium — konnten wir den Alkaliverlust ausgleichen und unseren Hund wieder in einen guten Zustand versetzen.

Es mußte uns nun selbstverständlich auch interessieren, eine Vorstellung von der Größe dieses Alkaliverlustes zu erhalten.

Zu diesem Zwecke titrierten wir eine abgewogene Menge des Kotes — etwa 5 g — mit $^1/_4$ Normalschwefelsäure unter Anwendung von rotem Lakmoidpapier. Der Titer der Schwefelsäure war unter Anwendung von Lakmoidlösung auf Borax gestellt worden. Ein Kubikzentimeter entsprach 0,0124 g Na_2CO_3. Durch eine solche Titrierung erhält man einen für unsere Zwecke hinreichend genauen Ausdruck für die Menge

etwa vorhandener freier oder durch Hydrolyse abspaltbarer Hydroxylionen. Aus dem für die abgewogene Menge gefundenen Werte wurde die „Alkaleszenz“ der entsprechenden ganzen Kotmasse berechnet.

Es zeigte sich, daß die Alkaleszenz sowohl in bezug auf die Gesamtmenge, die zur Ausscheidung gelangte, wie in bezug auf den Gang der Ausscheidung Verschiedenheiten aufwies, die von Art und Menge der zugeführten Nahrung abhängig waren.

Nach Fleischfütterung wurden folgende Mengen ausgeschieden:

Datum 1904		Kost Fleisch	Ausgeschiedene Menge d. feuchten Kotes	Alkaleszenz ausgedrückt in g Na_2CO_3
20. VI.	Hund II	250 g	72 g	0,71
30. „	Hund II	„	102 g	0,78
4. VII.	Hund II	„	127 g	1,02
5. VII.	Hund I	500 g	268 g	2,14
7. „	Hund I	„	126 g	3,43

Nach Darreichung von 107 g Rohrzucker (13. VII.) betrug die Gesamtalkaleszenz des Kotes 1,7 g, nach Reisdarreichung (100 g) 1,47, nach Milchkost 0,3 g.

Während der einzelnen Stunden der Verdauung nahm bei Fleischfütterung die Alkaleszenz allmählich zu.

Nach	1	2	3	4	5	6	Stunden
bei	33	16,5	17,0	33	23	46	g feuchten Kotes
Alkaleszenz	1,8	1,7	1,7	3,9	2,3	3,6	
bei	40	45	50		100	18	g feuchten Kotes
Alkaleszenz:	0,8	2,2	3,4		4,5	4,6	

Umgekehrt nahm bei Reisfütterung die Alkaleszenz ab. Sie betrug:

nach	1	2	3	4	Stunden
bei	60	65	40	20	g feuchtem Kot
Alkaleszenz:	1,0	0,2	0,15	0,12	g Na_2CO_3.

Bei Milchfütterung setzte die Alkaleszenz noch tiefer ein und sank noch mehr.

Sie betrug

nach	1	2	3	Stunden
bei	80	100	46	g feuchten Kotes
	0,18	0,1	0,02	g Na_2CO_3.

In einem Versuch mit Rohrzuckerfütterung (d. 18. VII.) sah ich die Alkaleszenz in den einzelnen Stunden der Verdauung steigen, und zwar bis zu großer Höhe steigen, allein der Hund hatte sehr große Mengen von Rohrzucker erhalten, Mengen, auf die der Darm mit einer Hypersekretion reagierte.

Aus diesen Beobachtungen, so unvollständig sie auch noch sind, geht doch in Übereinstimmung mit anderen Erfahrungen mit Sicherheit hervor, daß vom Darm je nach Menge und Beschaffenheit der Nahrung wechselnde Mengen von Alkali sezerniert werden. Unter normalen Verhältnissen gelangen diese, soweit sie nicht schon im Dünndarm wieder resorbiert werden, zum Teil noch in dem Dickdarm zur Aufsaugung.

Entleert sich der Kot durch eine im unteren Ende des Dünndarms befindliche Fistel nach außen, so kann hierdurch ein den Stoffwechsel des Tieres gefährdender Alkaliverlust eintreten, eine Tatsache, die unter Umständen vielleicht auch für die Behandlung von Menschen mit Darmfisteln nicht ohne Bedeutung ist.

5. Fermente des Fistelkotes.

Von den Verdauungsfermenten, welche im Darmkanal ihre Wirkung entfalten, wird das Pepsin nach

Schiff schon in der Mitte des Duodenums unwirksam. Nach einer Beobachtung von H. Leo nimmt auch die Wirksamkeit des Trypsins im mittleren Drittel des Dünndarms ab, und im unteren Drittel des Dünndarms läßt sich Trypsin nicht mehr nachweisen.

Dagegen fand v. Jacksch ein Stärke verdauendes und ein Rohrzucker spaltendes Ferment noch in den Fäzes. Beide Fermente konnten aus dem Dünndarm in den Dickdarm gelangt sein, oder auch von der Schleimhaut des letzteren selbst produziert werden.

Während demgemäß die Umwandlung der Eiweißstoffe durch Fermente im Dünndarm beendet werden müßte, könnte die enzymatische Umwandlung der Kohlehydrate im Dickdarm noch weiter gehen. Die Angabe von H. Leo stützt sich jedoch nur auf einen Versuch, und die Beobachtungen von v. Jacksch werden dadurch unsicher, daß die Digestion der Stärke bezw. des Rohrzuckers mit den Fäzes oder mit aus ihnen hergestellten Glyzerinextrakten ohne Zusatz eines die Bakterienwirkung ausschaltenden Mittels unternommen wurden.

Ich habe nun auch den Fistelkot meiner Hunde auf die erwähnten Enzyme geprüft. Die Prüfung auf das Vorhandensein von diastatischem Ferment ist die einfachste.

Ich benutzte 1 prozentige Stärkelösung und setzte zu je 10 ccm derselben je 4 ccm Darminhalt. Von 5 zu 5 Minuten, oder wenn nötig noch bedeutend häufiger nahm ich kleine Proben davon ab — die Lösungen standen im Wasserbade bei einer Temp. von 38—40° — und prüfte mit Jodjodkalium, ob die Stärkereaktion verschwunden sei, in welchem Fall ich dann eine neue, sofort entnommene Probe auf das Vorhandensein von Zucker prüfte. Es fand sich, daß in jedem Falle, bei gemischter Kost wie bei einseitiger Ernährung, diasta-

tisches Ferment vorhanden war. Um vor Irrtümern sicher zu sein, wurde der zu dem Experiment verwandte Darminhalt stets erst selbst auf sein Reduktionsvermögen geprüft.

Was die Schnelligkeit des Eintritts der Umwandlung der Stärke anlangt, bezw. also die Stärke des einwirkenden Fermentes betrifft, so fand ich sie bei reiner Fleischkost größer als bei der aus Eiweiß, Fett und Kohlehydraten zusammengesetzten Kost, und bei reiner Kohlehydratkost ist sie am größten.

Die folgenden Zahlen geben Durchschnittswerte an aus zahlreich angestellten Versuchen:

Nach Zusatz gleicher Mengen (4 ccm) Darminhaltes zu 10 ccm 1 prozentigen Stärkekleisters verschwindet die Jodreaktion:

bei Fütterung von	Fleisch, Speck und Zucker (s. o.)	in	12	Min.
„ „	„ Fleisch allein	„	5	„
„ „	„ Zucker oder Reis	„	1—2	„
„ „	„ Milch	„	5	„

Unterschiede in der Stärke der Fermentwirkung während der einzelnen Stunden der Verdauung habe ich trotz vielfacher Versuche nicht beobachten können.[1])

Während also, wie erwähnt, diastatisches Ferment bei jeder Art der Ernährung im Fistelkot enthalten ist, ist dies nicht der Fall mit invertierendem Ferment. Ich prüfte darauf, indem ich 10 ccm 1 prozentige Rohr-

[1]) Bei Versuchen, in denen ich zum Vergleich mit der Wirkung der Dünndarmdiastase die diastatische Wirkung meines Speichels prüfte, fand ich, daß dieser eine auffallend geringe Wirkung im Vergleich zur Wirkung des Speichels anderer Personen zeigte. Die Intensität der Wirkung war an verschiedenen Tagen verschieden. Eine ähnlich geringe Wirksamkeit zeigte bei der Prüfung der Speichel einiger meiner Angehörigen.

zuckerlösung mit 4 ccm Darminhalt versetzte; zur Anstellung der Reaktion wurde nach einer gewissen Zeit der Einwirkung das Gemisch mit einigen Tropfen Kupferacetatlösung versetzt, stark gekocht, dann filtriert und nach dem Erkalten damit die Trommersche Probe angestellt. Ich fand bei dieser Versuchsweise, obwohl ich oft viele Stunden lang das Gemisch im warmen Wasserbade stehen ließ, nur eine Umwandlung des Rohrzuckers in Invertzucker, wenn ich Darminhalt nach Fütterung mit Zucker oder Reis dazu verwandt hatte, und komme zu dem Schluß, daß Invertin in dem Darminhalt nur bei Kohlehydraternährung sich findet und bei gemischter Kost auch nur dann, wenn in derselben die Kohlehydrate stark überwiegen. Bei reiner Fleischkost fehlt Invertin.

Auf Steapsin prüfte ich, indem ich den Darminhalt auf mit Lakmus schwachblau gefärbte Milch einwirken ließ. Ich färbte die Milch in der gewünschten Weise und goß von dem Gemisch gleiche Mengen in 3 möglichst genau gleiche Reagensgläser. Probe 1 blieb ohne jeden Zusatz, Probe 2 wurde mit 4 ccm Darminhalt versetzt, Probe 3 mit 4 ccm stark gekochtem Darminhaltsfiltrat. Alle 3 kamen in das Wasserbad von 40 °, und während 1 und 3 völlig unverändert blieben, trat in Probe 2 bei Anwesenheit von Steapsin nach 9 Minuten deutliche Rotfärbung auf, die sich allmählich noch verstärkte.

Die Nachforschung nach tryptischem Ferment wurde in folgender Weise angestellt: Möglichst gleichgroße Fibrinflocken wurden in gleiche Mengen Darminhalt oder verdünntes Darminhaltsfiltrat eingebracht und bei 40 ° im Wasserbad beobachtet. Die Fibrinflocke wurde so nur sehr langsam verdaut. Ein Zusatz von Alkali, (1 % Sodalösung) beschleunigte die Verdauung. Um den Alkali-

gehalt zu finden, der für die Verdauung am günstigsten ist, versetzte ich 4 ccm Darminhalt mit 1, 2, 3, 4 ccm 1 prozentiger Sodalösung und fand dann fast konstant, daß das Gemisch von 4 ccm Saft mit 3 ccm Sodalösung die Fibrinflocke am schnellsten verdaute. Bei gemischter Kost geschah das durchschnittlich in einer Stunde, während bei reiner Fleischkost die Fibrinflocke bereits nach 20—40 Minuten verdaut war.

Bei Zucker- und Reiskost sah ich im Verlauf von 5 Stunden keine Verdauung der eingebrachten Fibrinflocke eintreten, desgl. nicht bei reiner Milchkost.

Ich glaube, daß mich diese wochenlang immer und immer wieder angestellten Versuche zu dem Schluß berechtigen: Tryptisches Ferment findet sich im Darminhalt, der aus einer Fistel im untersten Teile des Darmes sich entleert, nur bei Vorhandensein von Eiweiß in der Nahrung, während diastatisches Ferment immer vorhanden ist. Das eiweißverdauende Ferment stammt in Übereinstimmung mit unseren sonstigen Erfahrungen nicht aus der Darmschleimhaut, sondern ausschließlich aus dem Pankreassekret, während Invertin und z. Tl. auch die Maltase und Diastase der Darmschleimhaut angehörig sind. Zum Beweise dafür kann ich folgende Beobachtung anführen.

Am 22. VI. hatte, wie oben geschildert, der Hund II eine schwere Enteritis membranacea und entleerte lange Fibrinröhren, die ja auch, wie die histologische Untersuchung ergab, Elemente der Darmschleimhaut enthielten. Als ich mit dem Wasser, in das ich diese Membranen gebracht hatte, und das stark alkalisch reagierte, die Fermentprüfungen anstellte, fand ich folgende Fermentwirkungen:

10 ccm 1prozentige Stärkelösung wurden von 4 ccm des „Fermentwassers“ saccharifiziert in 10 Minuten, 10 ccm 1 prozentige

Rohrzuckerlösung invertiert in 25 Minuten, 10 ccm 1prozentige Maltoselösung liefert nach 1 Stunde der Einwirkung von 4 ccm Fermentwasser bei der Behandlung mit essigsaurem Phenylhydrazin schöne und reichliche Glukosazon-Kristalle.

Eine Fibrinflocke ist in '10 ccm Fermentwasser nach 5 Stunden nicht verdaut.

Es sind diese Beobachtungen ein Seitenstück zu den Beobachtungen, die Pawlow am Sekret des Pankreas gemacht hat. Wie er dort fand, daß die Fermente je nach der Art der zugeführten Nahrung in bezug auf ihre Stärke wechseln, so beobachten wir dies auch im Fistelkot. Insofern das in ihm enthaltene Trypsin völlig und die Diastase z. Tl. vom Pankreas herstammt, bilden meine Versuche eine Bestätigung der Angaben Pawlows; die Abhängigkeit des Invertins von der Zuckerfütterung beweist aber weiter, daß ähnlich wie beim Pankreas die Fermentsekretion auch beim Darm von der Art der zugeführten Nahrung abhängt.

Meine Versuche zeigen weiter, daß beim Hunde mit dem Dünndarmkot die Verdauungsfermente in den Dickdarm gelangen können, und zwar sowohl Diastase, wie Invertin, Steapsin und Trypsin.

Auch den Darminhalt zweier Patienten mit tiefsitzender Ileumfistel konnte ich einige Male auf ihren Fermentgehalt untersuchen und fand bei völligem Mangel an eiweißverdauendem Ferment — sie standen unter Milchkost — reichlich diastatisches Ferment und schwach wirkendes Steapsin.

Die Beobachtungen, die von anderer Seite gemacht wurden, sind folgende: W. Braune fand in dem Chymus des von ihm beobachteten Falles ebenfalls nur ein diastatisches Ferment; auf Eiweißwürfel war der Chymus

ohne Einfluß. A. Schmidt wies ein diastatisches Ferment nach und ein Ferment, welches bei saurer Reaktion des Chymus Eiweiß verdaute und das er deshalb (wohl kaum mit Recht) für Pepsin hielt. C. A. Ewald behauptet auf Grund nicht gerade überzeugender Versuche, daß „das aus der Fistel ausfließende Sekret in seinem Falle eine Wirkung auf Fibrin, Stärke und Fett zeigte, welche der des frischen pankreatischen Saftes nur wenig nachstand, jedenfalls alle aktiven Eigenschaften desselben besaß".

In den Fällen von Macfadyen usw., sowie den von Ciechomski und Jakowski enthielt der Chymus ein diastatisches Ferment, aber kein tryptisches.

Die Widersprüche, die hier zu bestehen scheinen, erklären sich zum Teil durch die Art der Ernährung: das Fehlen des Trypsins in einer Reihe von Fällen beim Menschen, sowie die immerhin recht schwache tryptische Wirkung bei unserem Hunde deuten aber vielleicht auch darauf hin, daß das Trypsin im Dünndarm allmählich in eine unwirksame Form übergeht.

6. Über das Vorkommen von Leucin und Tyrosin im Fistelkot.

In den Fällen von Macfadyen, Nencky und Sieber, Ciechomski und Jakowsky sowie A. Schmidt ließ sich in den aus dem Anus praeternaturalis abgehenden Massen kein Leucin und Tyrosin nachweisen. Auch in dem Falle von Braune und Ewald scheint mir keines vorhanden gewesen zu sein, ebensowenig war mir möglich, bei den beiden von mir beobachteten Patienten diese Spaltungsprodukte des Eiweiß aufzufinden (Versuch S. 39).

Da in diesen Fällen, besonders auch in dem von Macfadyen usw., der Chymus nicht unmittelbar nachdem

er aus der Fistel entleert worden war, zur Verarbeitung gelangte, hätte Trypsin, wenn es vorhanden gewesen wäre, noch auf die im Kot vorhandenen Eiweißstoffe einwirken können. Aus der Abwesenheit von Leucin und Tyrosin dürfen wir also auf ein Fehlen von Trypsin schließen.

Anders beim Hunde. Der frisch aus der Fistel entleerte Kot enthielt auch kein Leucin und Tyrosin; wenn man ihn aber nach Zusatz von Thymol 24 Std. in der Wärme digerierte, so ließen sich diese Substanzen leicht mit völliger Sicherheit nachweisen.

Ich führe zunächst die Versuche an, bei denen im frisch entleerten Dünndarminhalt kein Leucin und Tyrosin gefunden wurde.

Versuche: Untersuchungen auf Leucin mit dem Darminhalt von den beiden Patienten der hies. Kgl. chirurgischen Klinik.

Ich fällte je 150 ccm des Darminhalts mit essigsaurem Blei, worauf ich nach Abfiltrieren die klare Flüssigkeit eindampfte und auskristallisieren ließ; es schieden sich nun wohl Kristalle aus, die aber nicht Leucin und Tyrosin waren. Den erhaltenen kristallinischen Rückstand extrahierte ich mit heißem Alkohol, das Filtrat der alkoholischen Lösung wurde wieder eingeengt und ich ließ abermals auskristallisieren. Der in Alkohol unlösliche Teil löst sich in Wasser; auch diesen Teil dampfte ich ein und ließ ihn auskristallisieren. In keinem von beiden war Leucin oder Tyrosin mikroskopisch nachweisbar; weiterhin wurde in die Lösung der kristallinischen Rückstände cuprum carbonicum eingebracht und danach scharf gekocht. Das heiße Filtrat zeigt keine Spur blauer Färbung, also auch chemisch läßt sich der Nachweis vom Vorhandensein von Leucin nicht erbringen.

Am nächsten Tage stellte ich unter Wiederholung dieses Versuches mit menschlichem Darminhalt denselben Versuch an mit Fistelkot vom Hunde, der seine gewohnte gemischte Kost (s. o.), also auch reichlich Eiweiß dabei erhalten hatte. Das Resultat war in beiden Fällen ein negatives; mikroskopisch fand sich weder

Leucin noch Tyrosin, chemisch ebensowenig. Nur zeigte die wässrige Lösung des kristallinischen Rückstandes, der aus dem Hundekot stammte, schwache Millonsche Reaktion.

Im übrigen reagierten diese wässrigen Lösungen auf Lakmoid stark alkalisch und enthielten Seifen.

Ich wiederholte dann die Untersuchungen beim Hunde mit der Abänderung, daß ich ihn einseitig mit Fleisch ernährte bezw. überfütterte.

Die Methode änderte ich das eine Mal dahin ab, daß ich den Darminhalt mit Alkohol extrahierte, den Alkoholextrakt unter Erwärmen solange mit $^1/_4$ normal H^2SO^4 versetzte, bis er für Lakmoid neutral reagierte. Alsdann dampfte ich das Extrakt ein und behandelte den harzigen nach Leim riechenden Rückstand mit Wasser und Äther. Ätherlösliche und wasserlösliche Substanzen wurden mittels des Scheidetrichters getrennt.

Der Ätherextrakt enthielt neben Fettsäuren, die durch Bleiacetat gefällt wurden, reichlich Cholestearin.

Die wässrige Lösung wird mit Bleiacetat gefällt, Schwefelwasserstoff durchgeleitet und vom Schwefelblei durch Filtrieren befreit; weder im alkoholischen Extrakt noch hier findet sich nach dem Eindampfen Leucin; ebensowenig geben die Lösungen der Rückstände Biuretreaktion.

Eine 3. Methode war die, daß ich den Darminhalt, der aus der Fistel entleert wurde, in verdünnter Schwefelsäure auffing, um die mit ihm zutage geförderten Fermente sofort zu zerstören. Die so aufgefangenen Massen versetzte ich so lange unter Erwärmen mit Bleiglätte, bis blaues Lakmoidpapier nicht mehr gerötet wurde, dann wird das Ganze eingeengt, bis ein dicker Brei bleibt, dieser mit heißem Alkohol extrahiert und dann filtriert. Das Filtrat wird eingedampft. Der so gewonnene Rückstand ist dann breiig und zeigt kein kristallinisches Gefüge; er ist in Wasser löslich, die Lösung gibt keine Biuret- und schwache Millonsche Reaktion; Leucin und Tyrosin wurden also auch so nicht gefunden.

Ebensowenig fand ich Leucin, als ich stündlich die ausgeschiedenen Kotmengen nach den angegebenen Methoden sofort darauf untersuchte.

Ich nahm nun weiter die Hälfte des entleerten Darminhaltes, versetzte ihn mit etwas Tymol, um Fäulnis

zu verhindern, und stellte ihn für 24 Std. in den auf 37° Temperatur gebrachten Wärmschrank. Die andere Hälfte behandelte ich zum Vergleich sofort mit essigsaurem Blei usw.

Als ich den 24 Std. lang in der Wärme digerierten Darminhalt, der viel dünnflüssiger geworden war, mit essigsaurem Blei fällte und filtrierte, ergab sich, daß das Filtrat hier durchaus klar war, während das bei frischem Darminhalt nicht der Fall war. Und die in der oben geschilderten Weise ausgeführte Untersuchung ergab zum Schluß, daß in diesem Falle Leucin chemisch wie mikroskopisch einwandfrei nachweisbar war.

Es waren also durch Trypsin die geringen noch unverdauten Eiweißmengen des Fistelkotes in Leucin und Tyrosin übergeführt worden.

Vergleichen wir diese Beobachtungen mit anderen Angaben über das Vorkommen von Leucin und Tyrosin im Dünndarminhalt.

Alle Forscher, welche seit Kölliker und Müller den Dünndarm eines in Fleischverdauung begriffenen Hundes untersucht haben — Schmidt-Mühlheim, Sheridan Lea, Kutscher und Seemann —, konnten aus dem Darminhalt Leucin und Tyrosin, Kutscher und Seemann auch Lysin daraus gewinnen. Die Mengen, die gefunden wurden, waren verschieden und bald größer im oberen bald im unteren Teil des Dünndarms. Kölliker und Müller fanden Leucin und Tyrosin „konstant in großer Menge im Duodenum und in der oberen Hälfte des Dünndarms; in der unteren Hälfte des letzteren waren diese immer vorhanden, aber viel spärlicher als höher oben". Sheridan Lea fand in den unteren zwei Dritteln des Dünndarms deutlich mehr als im oberen Drittel, in beiden aber nur

wenig. Schmidt-Mühlheim gelang es nur in einem Falle, Tyrosin und Leucin mikroskopisch nachzuweisen.

Diese und ähnliche Verschiedenheiten beruhen, wie schon Kölliker und Müller annahmen, sicherlich in erster Linie auf der Art der Fütterung und wohl auch auf der Art der Tötung des Tieres. Besonders hängt das ungünstige Resultat der Versuche von Schmidt-Mühlheim damit zusammen, daß ausgekochtes Fleisch gefüttert wurde, das sehr lange im Magen verweilte, und nur in sehr kleinen Mengen in den Darm übertrat.

Aus dem Nachweis von Leucin und Tyrosin usw. im Dünndarm darf man schließen, daß im Darme die Bedingungen für deren Bildung vorhanden sind, aber nicht, daß sich unter normalen Verhältnissen ähnliche Mengen, wie sie z. B. von Kölliker und Müller oder Kutscher und Seemann gefunden wurden, anhäufen. Wir müssen vielmehr annehmen, daß diese wie andere Verdauungsprodukte mit annähernd gleicher Geschwindigkeit, wie sie entstehen, auch resorbiert werden. Die Mengen, welche in jenen Versuchen gefunden wurden, konnten sehr wohl innerhalb der Zeit, welche von der Tötung bis zum Aufkochen der betreffenden Extrakte verstrich, entstanden sein. In unseren Versuchen enthielt der frische aus der Fistel aufgefangene Kot kein Leucin und Tyrosin, es bildete sich erst bei der Digestion. Hiergegen könnte man auf den Versuch von Kutscher und Seemann hinweisen, wo die aus der Fistel entleerten Massen „möglichst gleich nach der Entleerung mit Wasser verrührt und aufgekocht“ wurden. Aber bei der Stärke, welche der Pankreassaft noch in der Mitte des Dünndarms — in dieser befand sich die Fistel — besitzt, konnte die Zeit, während der die 500 ccm aufgesammelt wurden, genügen, um die Umwandlung

des Eiweißes in die kristallinischen Produkte außerhalb des Darmes eintreten zu lassen. Überdies scheint mir der von Kutscher und Seemann benutzte Hund bei ihren Versuchen sich nicht in einem entsprechend normalen Zustande befunden zu haben. Denn erst 6 Stunden nach der Fütterung begann die Absonderung aus der Fistel, also viel später, als nach meinen und den anderen oben angeführten Beobachtungen zu erwarten wäre. Die weitere Angabe, daß innerhalb der folgenden 3 Stunden 500 ccm eines dickflüssigen schleimigen Chymus abgesondert wurden, deutet auf einen Katarrh des Darmes.

Das Ergebnis der bisher vorliegenden Versuche kann man also wohl so formulieren:

Im Dünndarm kann während des Lebens das Eiweiß durch das Trypsin in kristallinische Produkte gespalten werden; zu einer Anhäufung dieser kann es nur kommen, wenn die Resorption langsamer von statten geht als die fermentative Spaltung. Unter normalen Verhältnissen ist dies nicht der Fall.

7. Über die Ausnützung der Nahrungsstoffe im Dünndarm.

Wenn wir die Nahrungsstoffe, die durch eine Fistel des untersten Abschnittes des Dünndarms entleert werden, mit denen der eingeführten Nahrung vergleichen, so erhalten wir hierdurch einen Aufschluß über die Mengen von Nahrungsstoffen, die im Magen und Dünndarm resorbiert worden sind. An dieser Resorption beteiligt sich der Magen zum weitaus kleinsten Teile, die Hauptleistung fällt auf den Dünndarm.

Eine solche Untersuchung hat deswegen einen be-

sonderen Wert, weil sie uns indirekt eine Vorstellung von der Bedeutung gibt, welche der Dickdarm für die Resorption der Nahrungsstoffe hat.

Einige Beobachtungen sind nach dieser Richtung hin von Macfadyen, Neuecki und Sieber, sowie von Honigmann angestellt worden. Die von den ersterwähnten Forschern beobachtete kleine magere 62 Jahre alte und nur 40 kg schwere Patientin erhielt eine Nahrung, welche bestand aus 260 g Brot, 100 g Fleisch, 200 g Griesbrei, 20 g Pepton, 60 g Zucker, 100 g Milch, 1050 Bouillon und 2 Eiern. Diese Nahrung ist als eine übertrieben reichliche zu bezeichnen. Daß sie nicht gerade zweckmäßig war, dafür scheint mir auch zu sprechen, daß der Kot meistens das Aussehen von diarrhöischen Stuhlgängen hatte und nur 5% festen Rückstand und 95% Wasser enthielt, so daß sich die Ärzte wiederholt zur Darreichung von obstipierenden Mitteln veranlaßt sahen. Daß diese Massen noch reichliche Mengen unverdautes Eiweiß und eine reichliche Menge von Kohlehydraten, welche bereits in Gärung übergegangen waren, enthielt, ist nicht verwunderlich. Durchschnittlich betrug die Menge des nicht verdauten Eiweiß am Tage 10,06 g, der Eiweißgehalt der Nahrung etwa 70,74 g. Es wurden also 85,75% des Eiweiß im Dünndarm resorbiert, „für die Verdauung und Resorption im Dickdarm blieben 14,25% übrig; Kohlehydrate wurden nicht in dem Maße resorbiert". Als schlecht ist diese Resorption unter den obwaltenden Umständen nicht zu bezeichnen. Die Menge von 60,6 g Eiweiß hat dem Eiweißbedarf der 40 kg schweren Patientin sicher genügt. Eine Mitwirkung des Dickdarms konnte sehr wohl entbehrt werden. Einen Schluß auf normale Verhältnisse gestatten diese Versuche meiner Ansicht nach nicht.

Honigmann stellte seine Versuche an einer Patientin an, bei welcher die Fistel nicht am Ende des Dünndarms, sondern schätzungsweise am oberen Teile seines letzten Viertels lag; ein halb Meter des Ileums, der Wurmfortsatz und einige Zentimeter des Blinddarms waren entfernt worden. Die Patientin war tuberkulös, sie wog nur 70 Pfund. Sie erhielt in ihrer Nahrung das Doppelte an Nahrungsstoffen von dem, was ihrem Nahrungsbedürfnis entsprach. Es wurden im Tage 14.6 bezw. 15,5 g N resorbiert, eine Menge, die selbstverständlich nicht nur dem Bedarf genügte, sondern noch zu einem ganz auffallend großen Ansatz im Körper führte. Voraussetzen müssen wir hierbei, daß die Aufsammlung des Kotes in den Mullkompressen nicht mit Verlust verknüpft war, ein Bedenken, das man kaum unterdrücken kann. Nehmen wir aber mit Honigmann an, daß ein solcher Verlust nicht stattgefunden hatte, so muß die Ausnutzung des Stickstoffes im Gegensatz zu Honigmann als eine sehr gute bezeichnet werden. Daß vom eingeführten Stickstoff 11,6 — 15,2% noch mit dem Kot ausgeschieden wurde, ist nicht ein Zeichen für eine nicht ausreichende Funktion des Dünndarms, sondern auch hier nur die Folge der Überfütterung.

Führen wir dem Organismus in zweckmäßiger Form die Nahrungsstoffe in einer Menge zu, die seinem Nahrungsbedürfnisse entspricht, so werden die Nahrungsstoffe im Magen und Dünndarm — man darf ruhig sagen — so gut wie vollständig aufgesaugt.

Zum Beweis mögen zunächst die folgenden Versuche über die Ausnutzung des Fleisches im Dünndarm dienen:

Hund I erhielt 500 g Pferdefleisch, dessen Stickstoffgehalt zu 3,4% angenommen wurde.

Der Kot der Fistel wurde in der beschriebenen Weise gesammelt, gewogen, mit Alkohol extrahiert. Das Coagulum wurde auf ein Filter gebracht und mit heißem Alkohol gewaschen, die alkoholischen Filtrate wurden eingeengt; die in Alkohol erzeugte Fällung wurde getrocknet und zu feinem Pulver zerrieben. In entsprechenden Proben des in Alkohol löslichen und des in Alkohol unlöslichen Teiles wurden Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl ausgeführt, und zwar stets doppelt. Es enthielt von der

	Kotmenge (feucht)		Gramm Stickstoff	
8. VI.	48 g	der alkohollösliche Teil	0,122	0,260
	„	alkoholunlösliche Teil	0,138	
9. VI.	46 g	„ alkohollösliche Teil	0,148	0,393
	„	alkoholunlösliche Teil	0,245	
10. VI.	69 g	„ alkohollösliche Teil	0,141	0,341
	„	alkoholunlösliche Teil	0,200	

es wurden resorbiert am:

8. VI.	16,7 g N = 98,4 %	des	eingeführten	N Stickstoffs
9. VI.	16,6 g N = 97,7 %	„	„	„ „
10. VI.	16,6 g N = 98 %	„	„	„ „

Es sind nach diesen Versuchen nur etwa 2 % des eingeführten Stickstoffs nicht resorbiert worden. Aber auch diese Zahl ist noch zu hoch. Denn der Stickstoff, der in dem Fistelkot enthalten ist, stammt nicht nur von Bestandteilen der Nahrung her, sondern auch von den stickstoffhaltigen Sekreten und den Zellen, welche von der Darmwand abgestoßen werden. Von den stickstoffhaltigen Bestandteilen des Fistelkotes ist, wie die Zahlen zeigen, ein wechselnder Teil in Alkohol löslich.

Ähnlich gut war die Ausnutzung auch in folgendem Versuche, in welchem der Stickstoff in den während einer Stunde aufgefangenen Anteilen getrennt bestimmt wurde. Ich erhielt da bei einer Gesamtausscheidung von 102 g Darminhalt nach Kjeldahl in der

1. Stunde	2. Stunde	3. Stunde	4. Stunde
0,12	0,09	0,08	0,07 g N.

Im ganzen 0,36 g N, d. h. 97,9 % des eingeführten Stickstoffs wurden an diesem Tage resorbiert (30. VII.).

Nach diesen Versuchen hat der 25 kg schwere Hund bei reiner Fleischfütterung innerhalb 4—5 Stunden 16,6 g N resorbiert, d. h. auf das Kilo Körpergewicht 0,664 g.

Eine weitere Versuchsreihe wurde an dem 11 kg schweren Hund II angestellt. In dieser wurden von dem frischen Kot 3—6 g genau abgewogen und ohne weiteres zur Kjeldahl-Bestimmung benutzt.

Der Hund erhielt am 5. VII. 04 500 g Fleisch, die Menge des Kotes betrug 268 g (vgl. S. 11).

Der Kot enthielt 2,00 g N, es waren also resorbiert worden 17,0 — 2,0 = 15,0 g N d. h. 88,2 %.

Eine nicht unbeträchtliche Menge Stickstoff war also der Resorption entgangen. Berechnen wir aber die Resorption auf das Kilo Körpergewicht, so hatte der Hund in 5 Std. 1,36 g N pro Kilo Körpergewicht resorbiert d. h. doppelt so viel als Hund I. Er war überfüttert worden. Es würde dieser Resorptionswert als ein maximaler zu betrachten sein. Mit einer solchen Resorptionsleistung würde der Hund selbst bei ausschließlicher Fleischfütterung sein Nahrungsbedürfnis leicht zu befriedigen imstande sein. Nach Pflüger wird bei Darreichung von 2,1 g N in Fleisch pro Kilo Körpergewicht die Fettzersetzung aufgehoben. Unser Hund von 11 Kilo verlangte also etwa 23 g N, d. h. etwa 700 g Fleisch. Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß, wenn man dem Hunde diese Menge auf 2 Portionen verteilt im Laufe des Tages vorgesetzt hätte, er den

gesamten Stickstoff im Magen und Dünndarm zu 98% resorbiert hätte.

Für die Beurteilung des Resorptionsvermögens, welches der Dünndarm während und nach krankhaften Störungen seiner Funktion zeigt, scheinen mir die folgenden Versuche nicht ohne Interesse.

a) Am 22. VI. 1904 hatte der Hund die oben beschriebene Enteritis membranacea; obwohl er sich zwei Tage danach äußerlich wieder durchaus wohl befand und auch sein Appetit gut war, war der Darm doch nicht imstande, den an ihn gestellten Anforderungen völlig zu genügen. Die N-Ausscheidung betrug in der

1.	2.	3.	4. Stunde.
0,15	0,49	0,30	0,29 g N

d. h. im ganzen 1,23 g, d. h. die Ausnutzung des Eiweißes betrug nur 86,03% des eingeführten Nahrungseiweißes.

Vielleicht aber erscheint auch hier die Resorption nur schlechter als sie war, dadurch, daß vielleicht dem Fistelkot mehr Absonderungen von seiten der Darmoberfläche beigemengt waren.

b) Der 11. VII. 1904 war der einzige Tag, an dem ich saure Reaktion des Darminhalts fand. Tags zuvor hatte der Hund I eine Enteritis acquiriert. Als er am genannten Versuchstag fressen sollte, fiel sein geringer Appetit auf, und mühsam brachte ich ihn dazu, wenigstens 250 g Fleisch zu fressen. Aber auch diese geringe Menge regte eine sehr gewaltige Ausscheidung an, und der Hund bot das unverkennbare Bild des schweren Darmkatarrhs. Das Gewicht der ausgeschiedenen Massen betrug 250 g. Die saure Reaktion des Darminhalts für blaues Lakmoidpapier bezog ich auf eine Hypersekretion von Salzsäure im Magen, bei ungenügender Sekretion von Darmsaft. Wie war hier die quantitative Eiweißausscheidung? Daß sie schlechter sein würde als unter normalen Verhältnissen, war vorauszusehen. Ich bestimmte die N-Ausscheidung nach Kjeldahl von 2 : 2 Stunden und fand in der ersten und zweiten Stunde zusammen 0,089 g N im Kot.

Diese sehr geringe Menge könnte überraschen, wenn nicht schon die Beschaffenheit des entleerten Sekretes den Gedanken nahe gelegt hätte, daß die eigentliche Verdauung noch nicht in

Gang gekommen sei. Es unterschied sich nämlich recht beträchtlich von normalem Darminhalt, es war hell und dünnflüssig.

Die weiteren Entleerungen waren weniger dünnflüssig, mehr dünnbreiig, und es enthielten die Kotmengen der nächsten 2 Std. 0,27, die der letzten 2 Stunden 0,26 g N. Das entspricht in der Summa einer Resorption von 92,86% bei Genuß von 250 g Fleisch. Die Resorptionsfähigkeit des Darmes war mithin durch den Katarrh geschädigt, freilich nicht in so hohem Grade, wie man beim Anblick des katarrhalischen Zustandes hätte denken sollen.

c) Eine schlechte Ausnutzung des eingeführten Eiweißes sah ich am 29. VI. 04 bei Hund 2, ohne daß ich einen Grund dafür anzugeben wüßte. Die Resorption betrug in diesem Fall nur 91,70%, die N-Ausscheidung in den verschiedenen Stunden 0,16, 0,16 und 0,2, 0,19 g.

d) Dagegen ist bei einem anderen Tage die schlechtere Ausnützung des Eiweißes wohl zu erklären, nämlich am 14. VII., wo, wie in dem Kap. 2 (Ausscheidung) genau berichtet, der Hund II durch eine Unachtsamkeit schlechtes Fleisch bekam und von der ihm vorgesetzten Menge nur 360 g fraß. In der daraufhin innerhalb der ersten Stunde erfolgenden enormen Entleerung von 136 g Kot wurden 0,49 g N ausgeschieden, im Verlaufe der nächsten Stunden wurde die Ausnutzung wieder normal. Im Kot der 2. Stunde fanden sich nur 0,09, in der 3. Std. 0,25, in der 4. 0,15, in der 5. 0,07 g N. Die Gesamtausnützung des eingeführten Eiweißes betrug 91,6%.

Die Versuche zeigen, daß bei akuten katarrhalischen Erscheinungen des Darmes die Verdauung von Eiweiß noch eine, wenn auch nicht vollkommen normale, doch recht beträchtliche sein kann, sie zeigen auch, wie schnell solche Störungen eintreten und wie bald sie vorübergehen können.

Über die Resorption von Kohlehydraten habe ich nur wenige Orientierungsversuche angestellt. Der Hund I erhielt am 11. VII. 180 ccm einer 33proz. Rohrzuckerlösung mittelst Magenschlauches eingegossen. Die danach entleerten 26 g Darminhalt werden mit

2 g Natriumacetat und 2 ccm 30prozentiger Eisenchloridlösung erwärmt und nach dem Aufkochen filtriert.[1]) Die Untersuchung des Filtrates auf Invertzucker und Rohrzucker fällt absolut negativ aus. Es zeigt weder Drehungs- noch Reduktionsvermögen. Die Resorption ist also eine vollständige. Doch hat die eingeführte Menge von Zucker bereits genügt, die Darmschleimhaut in einen Reizzustand zu versetzen, der sich darin äußert, daß die Entleerung nach Aufnahme der gewöhnlichen gemischten Kost am Nachmittag dieses Tages diarrhöischen Charakter hatte. Da am nächsten Tag jedoch das Befinden des Hundes wieder gut ist, wird versucht, ihm eine noch größere Menge Rohrzucker einzuverleiben.

200 g Rohrzucker werden in 300 g Wasser gelöst und mittels des Schlauches eingeführt. Es gelingt nur etwa die reichliche Hälfte der Flüssigkeit ihm einzubringen. Die Polarisation der zurückbehaltenen Menge ergibt, daß die eingeführte Rohrzuckermenge 107 g beträgt.

Die Ausscheidung bei diesem Versuche erfolgte so, daß in den ersten 2 Std. nur 53 g Dünndarmkot entleert wurden, was als durchaus normal anzusehen ist. Dann aber macht sich die sehr starke Darmreizung durch die hoch konzentrierte Zuckerlösung geltend und es kommt zu massenhafter Entleerung von Kot, so daß bei Beendigung der Ausscheidung insgesamt 346 g entleert sind. In den ersten 53 g ließen sich wieder weder durch Reduktion noch polarimetrisch auch nur Spuren

---

[1]) Wenn nach dem Aufkochen des Darminhaltes mit Natrium aceticum und Eisenchlorid oft das Filtrat noch nicht klar genug ist, um die Polarisation zu ermöglichen, fällt man das im Filtrat ja im Überschuß enthaltene Eisen mit nur wenig Schwefelammonium aus und filtriert abermals. Dann erhält man ein etwas grünlich gefärbtes, aber absolut klares Filtrat.

von Zucker nachweisen, wohl aber in den weiteren 293 g Spuren von Rohrzucker, dagegen auch hier kein Invertzucker. Die Polarisation — nach Behandlung mit essigsaurem Eisen (s. o.) — ergibt, daß die 293 g Kot 0,9 g Rohrzucker enthalten, also auch nur eine recht geringe Menge, die erkennen läßt, welch große Quantitäten von Rohrzucker im Dünndarm resorbiert werden können.

Hund II gab ich gekochten Reis, war aber genötigt, da er den Reis so nicht mochte, Fleischbrocken darunter zu mischen. Er erhielt 100 g Fleisch und 100 g gekochten Reis am 18. VII. und entleerte danach 190 g Kot. In den während der ersten beiden Stunden zur Ausscheidung gekommenen 126 g war weder chemisch noch mikroskopisch noch polarimetrisch Stärke oder Zucker nachweisbar. Das mikroskopische Bild des Darminhaltes der 3. und 4. Stunde zeigte gesprengte Hüllen von Stärkekörnern, die sich auf Zusatz von Jodjodkalium hellbraun färbten. Im Reagensglas war chemisch weder Stärke noch Zucker nachweisbar. Ebensowenig war eine Drehung der Polarisationsebene bei der Prüfung des in oben beschriebener Weise gewonnenen Darminhaltsfiltrates zu konstatieren. Die Ausnützung der eingeführten Stärkemenge war also eine vollständige.

Ein angestrebter Überfütterungsversuch, bei dem ich dem Hunde 250 g Reis einverleiben wollte, scheiterte leider daran, daß der Hund nicht mehr als etwa die Hälfte fraß, und war für quantitative Untersuchung darum unbrauchbar, weil der Reis vor dem Kochen gewogen war, nicht aber das Gewicht nach der Wasseraufnahme beim Kochen festgestellt war, so daß nicht mit absoluter Genauigkeit mehr festzustellen war, wieviel Reis der Hund gefressen hatte. Doch war es sicher etwas mehr als in dem vorhergehenden Versuch. Das

bewies auch der mikroskopische Befund des entleerten Kotes. Es waren außer gesprengten Stärkekornhüllen auch ziemlich reichliche unverdaute Stärkekörner darin enthalten, die sich auf Zusatz von Jodjodkaliumlösung intensiv blauschwarz färbten. Auch das Filtrat des Darminhalts gab schwache Stärkereaktion, dagegen keine Zuckerreaktion; diese trat erst auf, nachdem der mit Thymol versetzte Darminhalt mehrere Stunden im Wärmschrank gestanden hatte. Wir können hieraus ersehen, daß die recht erheblichen Zuckermengen, welche Macfadyen, Nencki und Sieber, sowie Ciechomsky und Jakowsky in dem Fistelkote ihrer Patientinnen fanden, erst außerhalb des Darms unter dem Einfluß des weiter wirkenden diastatischen Fermentes entstanden waren.

Die Resorption sowohl von Rohrzucker wie Stärke war also in diesen Versuchen eine so gute, daß wir zu dem Schlusse berechtigt sind, daß bei normaler Ernährung der Dünndarm vollkommen ausreicht, um ebenso wie das Eiweiß auch die Kohlehydrate in der für den Stoffwechsel erforderlichen Menge aufzusaugen.

Zusammenfassung.

1. Die Ausscheidung des Darminhaltes aus der Ileumfistel eines 12—25 kg schweren Hundes beginnt normalerweise innerhalb der ersten Stunde nach der Nahrungsaufnahme, und zwar bei einer dem Bedürfnis des Versuchstieres angepaßten Nahrungsmenge in der zweiten Hälfte der ersten Stunde. Überfütterung läßt den Beginn der Ausscheidung in die erste halbe Stunde vorrücken.

Fremdkörper (Korkstückchen), welche mit der Nahrung in den Magen eingebracht werden, verzögern den Eintritt der Ausscheidung aus der Fistel und ihre Dauer.

2. Der Dünndarminhalt reagiert für schwache Indikatoren (Phenolphtalein, Kurkuma) meist sauer, nach Fleischfütterung beim Hunde am Ende des Ileum auch alkalisch. Er reagiert für starke Indikatoren (Lakmoid, Methylorange usw.) alkalisch; möglicherweise im obersten Teil des Duodenums gelegentlich auch sauer. Die Reaktion für schwache und starke Indikatoren ändert sich in den verschiedenen Teilen des Darmes, sie ist abhängig von Menge und Beschaffenheit der Nahrung.

3. Der Inhalt des Ileums kann, je nach der Art der Ernährung, Trypsin, Diastase und Invertin in wechselnden Mengen enthalten.

4. Leucin und Tyrosin findet sich normalerweise niemals in den Massen, die sich aus einer Fistel am unteren Ende des Ileums entleeren, auch nicht bei Eiweißübernährung.

5. Die Eiweißresorption im Dünndarm ist, wenn die Mengen der Nahrungsstoffe das Nahrungsbedürfnis nicht überschreiten, eine nahezu vollständige, ebenso die Resorption von Rohrzucker und Stärke.

Zum Schlusse meiner Arbeit drängt es mich, den Herren meinen aufrichtigen Dank auszusprechen, denen ich viel Anregung und Förderung bei meinen Versuchen verdanke.

Herrn Dr. Heile statte ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ab. Auf seine Veranlassung widmete ich mich den vorliegenden Untersuchungen; er operierte

in Gemeinschaft mit mir gütigerweise die Versuchshunde, unterstützte mich auch sonst in jeder Weise und berichtete in Kürze über die von uns gefundenen Resultate auf dem 76. Kongreß deutscher Naturforscher und Ärzte in Breslau sowie in Band XIV der Mitt. a. d. Grenzgebieten d. Medizin u. Chirurgie.

Des weiteren aber bin ich vornehmlich Herrn Prof. Dr. Röhmann zu größtem Danke verpflichtet. Er gestattete mir nicht nur das Arbeiten in der von ihm geleiteten physiologisch-chemischen Abteilung des physiologischen Instituts, sondern nahm auch regen Anteil am Fortgang meiner Untersuchungen und stand mir mit Rat und Tat stets zur Seite. Ich werde mich der Monate des Arbeitens unter seiner gütigen Leitung stets gern und dankbar erinnern.

Spezialdruckerei für Dissertationen, Robert Noske, Borna-Leipzig.

Literaturverzeichnis.

Braune, Virch. Arch. Bd. 19 S. 470. (1860.)

Busch, W., Virch. Arch. Bd. 14 S. 140. (1858.)

Carvallo und **Pachon,** Archives de Physiol. 1894. S. 106.

Ciechomsky und **M. Jakowsky,** Arch. f. klin. Chirurg. Bd. 48 S. 136. (1894.)

Cohnheim, Biochem. Zentralblatt. Bd. 1 Nr. 5 S. 169.

Cohnheim, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 33 S. 451.

Ewald, C. A., Virch. Arch. Bd. 75 S. 409. (1879.)

Frerichs und **Staedeler,** Mitt. der Züricher nat. Gesellsch. 1855. Nr. 106, 107. S. 445, 462.

Friedenthal, H., Zeitschr. für allgem. Physiol. I. S. 56. (1902.)

Gamgee, Die physiol. Chem. der Verdauung. Deutsch v. L. Asher, bei H. R. Beyer, Leipzig und Wien 1897. S. 175.

Hédon, Compt. rend. de la société de biol. 1900. S. 29, 41, 87.

Hirsch, A., Zentralblatt f. klin. Medizin. Bd. 13 S. 993 (1892); Bd. 14 S. 73 (1893).

Hlasiwetz und **Habermann,** Liebigs Annalen. Bd. 69 S. 100.

Hofmeister, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 6 S. 69.

Hofmeister, Arch. f. exp. Pathologie. Bd. 19 S. 32; Bd. 20 S. 305.

Honigmann, G., Arch. f. Verdauungskrankh. Bd. 2 S. 296. (1896.)

v. Jacksch, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 12 S. 116.

Kölliker und **Müller,** Verhandl. d. Würzburg. physik.-med. Gesellsch. Bd. 6 S. 507. (1856.)

Kühne, Virch. Arch. Bd. 39 S. 155 ff.

Kutscher und **Seemann,** Zentralblatt f. Physiol. Bd. 15 Nr. 10. (1901.)

Kutscher und **Seemann,** Zeitschr. f. Physiol. Chemie. Bd. 34. S. 535. (1901.)

Lea, Sheridan, The Journ. of Physiolog. Bd. 11. S. 226. (1890.)
Leo, H., Pflügers Arch. Bd. 37 S. 223.
Leubuscher, Studien üb. Resorpt. seitens d. Darmkanals. Jena 1885.
Loewy, Zentralblatt f. Physiol. Bd. 15 Nr. 20; 1901 Nr. 10.
Macfadyen, Nencki und **Sieber,** Arch. f. exp. Path. u. Therap. Bd. 28 S. 311 ff.
Matthes und **Marquardsen,** Üb. die Reakt. d. Dünndarminhalts. Verhandlg. d. 16. Kongresses f. innere Medizin.
Mendel, J. L. B., Pflügers Arch. Bd. 63 S. 425. (1896.)
v. Mering, Therapeut. Monatshefte 1893 S. 201.
v. Mering, Verhandlg. d. Kongr. f. inn. Mediz. 1897 S. 431.
Moritz, Münch. med. Wochenschr. 1895. Nr. 49 S. 1143.
Moritz, Zeitschr. f. Biolog. Bd. 42 S. 565. (1901.)
Munck, J., Über die Reaktion des Dünndarmchymus bei Carnivoren und Omnivoren. Zentralblatt f. Physiol. Bd. 16. 1902. S. 33.
Pawlow, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen. Wiesbaden 1898.
Riva Rocci, Gaz. med. di Torino. Nr. 7. 1896.
Röhmann, Bibl. d. gesamt. med. Wissensch., herausg. v. Drasche, allgem. med. Chemie, Verl. v. K. Prochaska, Wien 1896, S. 869.
Röhmann, Pflügers Arch. Bd. 41 S. 411; Bd. 50 S. 86 (1891); Bd. 50 S. 97.
Salvioli, G., Arch. f. Physiol. 1880. Suppl.-Bd. S. 112.
Schierbeck, Skand. Arch. III. S. 344. (1892.)
Schiff, Pflügers Arch. Bd. 3 S. 613.
Schmidt, A., Arch. f. Verdauungskrankh. Bd. 4 XI. S. 137. (1898.)
Schmidt-Mühlheim, Arch. f. Anat. u. Physiol. (physiol. Abt.) (1879.) S. 39.
Schultzen und **Nencki,** Zeitschr. f. Biol. Bd. 8 S. 124.

Lebenslauf.

Geboren am 8. August 1880 zu Görlitz, als Sohn des im Jahre 1897 verstorbenen Kaufmanns Eduard Maetzke und seiner Frau Ottilie, geb. Walter, besuchte ich, Georg Eduard Paul Maetzke, ev. Konf., preuß. Staatsangehöriger, die Vorschule und das Gymnasium meiner Vaterstadt und verließ letzteres Ostern 1900 mit dem Zeugnis der Reife. Ich studierte Medizin zunächst in Marburg, ging jedoch bereits im 2. Semester nach Berlin, wo ich dann am 15. II. 1902 das Tentamen physicum bestand. Von Ostern 1902 bis Ostern 1903 studierte ich in Greifswald, wo ich auch, um meiner militärischen Dienstpflicht zu genügen, im Oktober 1902 als Einjährig-Freiwilliger beim Inf.-Reg. Nr. 42 eintrat; jedoch bereits im November mußte ich, erkrankt, als dienstunbrauchbar entlassen werden. Die letzten 3 Semester meiner Studienzeit verbrachte ich in Breslau. Dort unterzog ich mich alsdann der ärztlichen Staatsprüfung, die ich am 7. II. 1905 erfolgreich beendete. Das Examen rigorosum (Colloquium) bestand ich ebenda am 11. Mai 1905. Am 1. März trat ich auch hier an der chirurgischen Abteilung des Allerheiligenhospitals das sogen. „praktische Jahr“ vorgeschriebenermaßen an.

Meine Lehrer, denen ich mich allen zu Dank verpflichtet fühle, waren:

In Marburg: Gasser, Kühnemann, Melde (†), Tuczek, Zincke, Zumstein;

in Berlin: Behrend, Engelmann, Engler, E. Fischer, Fritsch, Hertwig, Jakobsohn, Kopsch, W. Krause, v. Liszt, Mendel, P. Straßmann, E. E. Schulze, Schwendener, Waldeyer, Warburg;

in Greifswald: Bier, Busse, Grawitz, Lüthje, Martin, Moritz, Müller, Peiper, H. Schulz, Tilmann;

in Breslau: Czerny, Dienst, Filehne, Flügge, Groenouw, Hasse, Heine, Hinsberg, Kausch, P. Krause, Küstner, Lesser, v. Mikulicz-Radecky, Neisser, Ponfick, Stern, Storch, v. Strümpell, Uhthoff.

Thesen.

1. Leucin und Tyrosin finden sich normalerweise niemals im Fistelkot, auch nicht bei Eiweißüberernährung.
2. Die Fußbodenbeheizung ist für Krankenhäuser die beste Heizanlage.